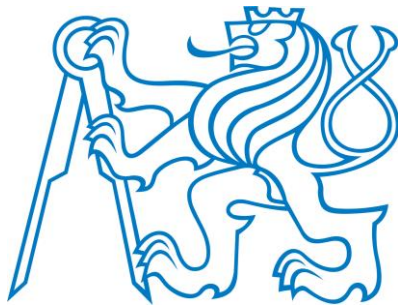


**ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ
V PRAZE
FAKULTA STAVEBNÍ**

KATEDRA TECHNICKÝCH ZAŘÍZENÍ BUDOV



**ZPĚTNÉ VYUŽITÍ DEŠŤOVÝCH
ODPADNÍCH VOD**

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

ANASTASIA IGNATYEVA

Vedoucí bakalářské práce:

Ing. Stanislav Frolík, Ph.D.

2016/2017



ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE

Fakulta stavební

Thákurova 7, 166 29 Praha 6

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

I. OSOBNÍ A STUDIJNÍ ÚDAJE

Příjmení: Ignatyeva Jméno: Anastasia Osobní číslo: 423011

Zadávací katedra: K125 Katedra technických zařízení budov

Studijní program: (B3651) Stavební inženýrství

Studijní obor: (3608R008) Konstrukce pozemních staveb

II. ÚDAJE K BAKALÁŘSKÉ PRÁCI

Název bakalářské práce: Zpětné využití dešťových odpadních vod

Název bakalářské práce anglicky: Waste re-use of rainwater

Pokyny pro vypracování:

Projekční část:

Projektová dokumentace vnitřního vodovodu užitkové vody

Schéma vnitřní dešťové kanalizace (půdorys střechy, typické a podzemní podlaží)

Teoretická část:

Analýza odvodnění objektů gravitačním a podtlakovým kanalizačním systémem

Seznam doporučené literatury:

Valášek a kol: Zdravotně-technické instalace Jaga 2001

Skripta: Kabele a kol. : Technická zařízení budov I ČVUT

Jméno vedoucího bakalářské práce: Ing. Stanislav Frolík, Ph.D.

Datum zadání bakalářské práce: 27.02.2017

Termín odevzdání bakalářské práce: 28.05.2017

Údaj uveďte v souladu s datem v časovém plánu příslušného ak. roku

Podpis vedoucího práce

Podpis vedoucího katedry

III. PŘEVZETÍ ZADÁNÍ

Beru na vědomí, že jsem povinen vypracovat bakalářskou práci samostatně, bez cizí pomoci, s výjimkou poskytnutých konzultací. Seznam použité literatury, jiných pramenů a jmen konzultantů je nutné uvést v bakalářské práci a při citování postupovat v souladu s metodickou příručkou ČVUT „Jak psát vysokoškolské závěrečné práce“ a metodickým pokynem ČVUT „O dodržování etických principů při přípravě vysokoškolských závěrečných prací“.

27.2.2017

Datum převzetí zadání

Podpis studenta(ky)

Prohlášení:

Prohlašuji, že jsem svoji bakalářskou práci vypracovala samostatně s použitím uvedené literatury a podkladů.

V Praze 28.05.2017

podpis:

Poděkování:

Děkuji vedoucímu bakalářské práce panu Ing. Stanislavu Frolíkovi, Ph.D. za jeho rady a připomínky k této práci. Dále chci poděkovat panu Ing. Karlu Příbylovi za informace z oblasti zpětného využití dešťových odpadních vod.

Anotace v českém jazyce

Bakalářská práce se zabývá problematikou zpětného využití dešťových odpadních vod. V práci je popsán návrh retenční nádrže, akumulární nádrže a rozvod užitkového vodovodu s dešťovou vodou. V teoretické části je analýza odvodnění objektu podtlakovým a gravitačním systémem dešťové kanalizace.

Klíčová slova:

vodovod, dešťová kanalizace, retenční nádrž, akumulární nádrž

Annotation in the English language

The bachelor thesis deals with the issue of reuse of rainwater. The thesis describes the design of retention reservoir, accumulation tank and distribution of non-potable rainwater supply. In the theoretical part is the drainage analysis of the object vacuum and gravitational drainage system.

Keywords:

water supply, rainwater drainage, retention tank, accumulation tank

OBSAH PRÁCE

1. ZÁKLADNÍ ÚDAJE.....	8
1.1 Údaje o stavbě.....	8
1.2 Údaje o stavebníkovi a zpracovateli projektové dokumentace.....	8
2. BILANCE SPOTŘEBY VODY	9
2.1 Počet osob v administrativní budově	9
2.1.1 Výpočet plochy kancelářských prostor:	9
2.1.2 Vypočet pracovníku	9
2.2 Specifická denní spotřeba užitkové vody	9
2.3 Průměrná denní potřeba užitkové vody	9
2.4 Průměrná roční potřeba užitkové vody	10
2.5 Průměrná měsíční potřeba užitkové vody	10
3. DEŠŤOVÁ KANALIZACE	11
3.1 Bilance odtoku odpadních vod dešťových	11
3.1.1 Průtok dešťových vod	11
3.1.2 Výpočet účinné plochy střechy	11
3.1.3 Výpočet odtoku dešťových vod	11
3.1.4 Roční odtok odpadní vody dešťové	11
3.1.5 Průměrný měsíční odtok odpadní vody dešťové	12
3.2 Výpočet dimenze svislého odpadního dešťového gravitačního potrubí	12
3.3 Návrh dimenze ležatého odpadního dešťového potrubí	13
3.4 Porovnání spotřeby vody na splachování a dešťové odpadní vody	14
3.5 Návrh akumulární nádrže pro zpětné využití	15
3.6 Návrh retenční nádrže	15
4. NÁVRH VODOVODU S DEŠŤOVOU VODOU	17
4.1 Výpočet dimenze potrubí a tlakových ztrát, třením a místními odpory	17
4.2 Návrh čerpadla	19
4.2.1 Požadovaný tlak	19
4.2.2 Požadovaný největší průtok	19
4.2.3 Výběr čerpadla	19
4.2.4 Měření a regulace	20
4.3 Popis užitkového vodovodu s dešťovou vodou	20
4.3.1 Úvod	20
4.3.2 Ležaté rozvody vodovodu	20
4.3.3 Stoupací potrubí	21
4.3.4 Připojovací potrubí	21
4.3.5 Počet zařizovacích předmětů	21
4.3.6 Materiál a provádění	22
5. POROVNÁNÍ DEŠŤOVÉ GRAVITAČNÍ A PODTLAKOVÉ KANALIZACE	23
5.1 Obecně	23
5.1.1 Úvod	23
5.1.2 Gravitační kanalizace	23
5.1.3 Podtlaková kanalizace	23

5.2	Řešení podtlakové kanalizace dle projektu WAVIN	24
5.2.1	Popis projektu	24
5.2.2	Řešení odvodnění střechy	24
5.2.3	Návrh odvodnění plochy	24
5.2.4	Použité díly a výrobky.....	24
5.2.5	Napojení na gravitační kanalizaci	25
5.2.6	Výkaz výměr a cena podtlakové dešťové kanalizace.....	26
5.3	Vlastní návrh gravitační dešťové kanalizace	27
5.3.1	Popis návrhu	27
5.3.2	Kanalizační přípojka	27
5.3.3	Střešní vtoky	27
5.3.4	Svislé odpadní dešťové potrubí	27
5.3.5	Ležaté potrubí	27
5.3.6	Materiál.....	28
5.3.7	Prostupy.....	28
5.3.8	Výkaz potrubí	29
5.3.9	Výkaz výměr a cena gravitační kanalizace ze střechy	30
5.4	Porovnání kanalizací	31
6.	ZÁVĚR.....	32
7.	SEZNAM POUŽITÝCH ZDROJŮ	33
8.	SEZNAM PŘÍLOH	34
9.	SEZNAM TABULEK.....	37
10.	SEZNAM OBRÁZKU.....	38

1. ZÁKLADNÍ ÚDAJE



Obrázek 1. Vizualizace – pohled na stavbu Visionary^[1]

1.1 Údaje o stavbě

Název stavby: VISIONARY (dříve NEC)

Místo stavby: Praha 7 – Holešovice, ulice Argentinská

Charakter stavby: novostavba

Účel stavby: Tento objekt je navržen jako administrativní budova s možností stravování, drobných služeb, obchodů, parkování a skladování. Na střeše objektu (8.NP) se nachází plocha pro technologie, vyhlídkové terasy, plochy zeleně a běžecký okruh.

Konstrukční řešení: Horní a dolní stavba objektu bude provedena v železobetonu.

V 1NP-8NP svislé nosné konstrukce představují železobetonová monolitická jádra a kruhové prefabrikované sloupy.

V 1PP-3PP nosnými prvky jsou obvodové stěny a kruhové sloupy.

1.2 Údaje o stavebníkovi a zpracovateli projektové dokumentace

Stavebník: Skanska Delta Project Company, a.s.

Projektant: JAKUB CIGLER ARCHITEKTI a.s

2. BILANCE SPOTŘEBY VODY

2.1 Počet osob v administrativní budově

2.1.1 Výpočet plochy kancelářských prostor:

20300 m² kancelářských ploch třídy A

2300 m² maloobchodních ploch v přízemí

1.NP – 2274 m² – obchodní jednotky, kantýna

2.NP – 3444 m² – kanceláře

3.NP – 3479 m² – kanceláře

4.NP – 3479 m² – kanceláře

5.NP – 3425 m² – kanceláře

6.NP – 3425 m² – kanceláře

7.NP – 3104 m² – kanceláře^[1]

Výpočet podle průměrné celkové plochy každé budovy.

Budova A1 - 46 % => 20300*0,46= 9338 m²

Budova A2 - 54 % => 20300*0,54= 10962 m²

2.1.2 Výpočet pracovníku

Na 1 pracovníka je podle normy ČSN 73 5305 Administrativní budovy je 13 m²

Budova A1 - 9338 m² /13 m² = 719 lidí

Budova A2 - 10962 m² /13 m² = 844 lidí

2.2 Specifická denní spotřeba užitkové vody

q = 20 l/os*den – splachování záchodu a pisoáru (vlastní odhad) s tím, že záchody bude používat 60 % osob v pracovní dny.

2.3 Průměrná denní potřeba užitkové vody

Po – Pá:

Budova A1 - 719*20*0,6=8628 l/den => 8,628 m³/den

Budova A2 - 844*20*0,6=10128 l/den => 10,128 m³/den

2.4 Průměrná roční potřeba užitkové vody

Počet pracovních dnů pro administrativní budovu je 250

Budova A1 - $719 \cdot 20 \cdot 0,6 \cdot 250 = 2157000 \text{ l/den} \Rightarrow 2157 \text{ m}^3/\text{rok}$

Budova A2 - $844 \cdot 20 \cdot 0,6 \cdot 250 = 2532000 \text{ l/den} \Rightarrow 2532 \text{ m}^3/\text{rok}$

2.5 Průměrná měsíční potřeba užitkové vody

Budova A1 - $2157 / 12 = 179,75 \text{ m}^3/\text{měsíc}$

Budova A2 - $2532 / 12 = 211 \text{ m}^3/\text{měsíc}$

3. DEŠŤOVÁ KANALIZACE

3.1 Bilance odtoku odpadních vod dešťových

3.1.1 Průtok dešťových vod

$$Q_d = r * C * A \text{ (ČSN EN 12056-3)}$$

r – vydatnost deště [$l/s \cdot m^2$] (pro ČR $r = 0,030 l/s \cdot m^2$)

C – součinitel odtoku dešťových vod podle Přílohy 1

A – půdorysný průmět odvodňované plochy střechy

3.1.2 Výpočet účinné plochy střechy

$$A_{red} = C * A \text{ – redukovaná plocha střechy}$$

ČSN 75 6760 - Vnitřní kanalizace

Druh odvodňované plochy				C=	A _{red} =	
Nepropustné plochy	A1 =	1869,0	m ²	1	1869,0	m ²
Kačírek	A2 =	57,0	m ²	0,9	51,3	m ²
Vegetační plochy tl.0,10 m	A3 =	215,0	m ²	0,7	150,5	m ²
Vegetační plochy tl.0,30 m	A4 =	1167,0	m ²	0,3	350,1	m ²
1NP vegetační + pochozí plochy	A5=	2684,0	m ²	0,32	858,9	m ²

Celkem: 5992,0 m²

3279,8 m²

Tabulka 1. Výpočet redukované odvodňované plochy střechy a 1NP.

3.1.3 Výpočet odtoku dešťových vod

Q_d – celkový okamžitý odtok ze všech řešených ploch (maximální)

$$Q_d = r * A_{red}$$

$$Q_d = 0,03 * 3279,8$$

$$Q_d = 98,39 l/s$$

3.1.4 Roční odtok odpadní vody dešťové

Dlouhodobý srážkový úhrn ... $u = 550 \text{ mm/rok} = 0,55 \text{ m/rok}$ (Podle mapy průměrného ročního úhrnu srážek mezi roky 1961 až 2000. Mapu vytvořil ČHMÚ.)

$Q_{r,d}$ – odtok dešťových vod za rok

$$Q_{r,d} = A_{red} * u$$

$$Q_{r,d} = 3279,8 * 0,55$$

$$Q_{r,d} = 1803,9 \text{ m}^3/\text{rok}$$

3.1.5 Průměrný měsíční odtok odpadní vody dešťové

$Q_{m,d}$ - odtok dešťových vod za měsíc

$$Q_{m,d} = Q_{r,d}/12$$

$$Q_{m,d} = 1803,9 / 12$$

$$Q_{m,d} = 150,3 \text{ m}^3/\text{měsíc}$$

3.2 Výpočet dimenze svislého odpadního dešťového gravitačního potrubí

A_i – jednotlivé plochy střechy

$A_{red,i}$ – průměrné redukované plochy střechy vypočítané ze vztahu

$$A_{red,i} = A_i * (A_{red}/A) = A_i * (3279,8/5992) = A_i * 0,55$$

$Q_{r,i}$ –hydraulická kapacita vnitřního dešťového odpadního potrubí

$$Q_{r,i} = A_{red,i} * r = A_{red,i} * 0,03$$

DN – jmenovitá světlost vnitřního odpadního potrubí navržena podle Přílohy 2

	vtok	A_i [m ²]	$A_{red,i}$ [m ²]	$Q_{r,i}$ [l/s]	DN	
střecha	D1	112	61	1,84	110	
	D2	101	55	1,66	110	
	D3+D4	232	127	3,81	1,90	110
	D5+D6	321	176	5,27	2,64	110
	D7+D8	312	171	5,12	2,56	110
	D9+D10	331	181	5,44	2,72	110
	D11	117	64	1,92		110
	D12	205	112	3,37		110
	D13	301	165	4,94		110
	D14+D15	321	176	5,27	2,64	110
	D16	179	98	2,94		110
	D17+D18	307	168	5,04	2,52	110
	D19+D20	326	178	5,35	2,68	110
	D21	143	78	2,35		110

	vtok	A_i [m²]	A_{red} [m²]	Q_r [l/s]	DN
1NP	D22	264	145	4,34	110
	D23	201	110	3,30	110
	D24	213	117	3,50	110
	D25	202	111	3,32	110
	D26	198	108	3,25	110
	D27	189	103	3,10	110
	D28	210	115	3,45	110
	D29	195	107	3,20	110
	D30	225	123	3,69	110
	D31	211	115	3,46	110
	D32	217	119	3,56	110
	D33	181	99	2,97	110
	D34	178	97	2,92	110

Tabulka 2. Dimenze svislého odpadního dešťového potrubí.

3.3 Návrh dimenze ležatého odpadního dešťového potrubí

V 1PP se uvažuje průřezný profil 2,7 m a světlá výška 3,67 m. Největší spád potrubí může být 0,97 m (970 mm), aby nezasahovalo do průřezného prostoru.

Návrh je proveden podle Přílohy 3.

úsek	Q_r [l/s]	DN	sklon	délka[m]	spád[mm]	
D6 - D5'	2,64	125	1%	2	20	největší spád větvi je 730 mm, z toho 550 mm je nad garáží
D5' - D4'	5,27	125	1%	13	130	
D4' - D3'	7,18	160	1%	2	20	
D3' - D11'	9,08	160	1%	38	380	
D11 - D12'	1,92	125	1%	8	80	
D12' - D11'	5,29	125	1%	6	60	
D11' - D13'	14,37	200	1%	1	10	
D13' - D6'	19,31	200	1%	12	120	

D8 - D7'	2,56	125	1%	7	70	největší spád větvi je 923 mm, z toho 833 mm je nad garáží
D7' - D1'	5,12	125	1%	6,3	63	
D1' - D21'	6,96	160	1%	19	190	
D21' - D10'	9,31	160	1%	42	420	
D10 - D10'	5,44	160	1%	38	380	
D10' - D16'	14,75	200	1%	9	90	
D16' - D8'	21,86	200	1%	9	90	

úsek	Q _r [l/s]	DN	sklon	délka[m]	spád[mm]	
D20 - D19'	2,68	125	1%	9	90	největší spád větvi je 280 mm
D19' - D17'	5,35	125	1%	7	70	
D17' - D20'	7,87	160	1%	12	120	

D14+D15 - (D14+D15)'	5,27	125	1%	6	60	největší spád větvi je 60 mm
----------------------	------	-----	----	---	----	------------------------------

D29 - D28'	3,20	125	1%	11	110	největší spád větvi je 970 mm, z toho 750 mm je nad garáží
D28' - D27'	6,65	125	1%	7	70	
D27' - D26'	9,75	160	1%	1	10	
D26' - D24'	13,01	200	1%	11	110	
D24' - D22'	16,50	200	1%	1	10	
D22 - D23'	4,34	125	1%	19	190	
D23' - D22'	7,64	125	1%	9	90	
D22' - D25'	24,14	200	2%	7	140	
D25' - D29'	27,46	200	2%	26	520	

D30 - D34'	3,69	125	1%	35	350	největší spád větvi je 790 mm, z toho 610 mm je nad garáží
D34' - D31'	6,62	125	1%	9	90	
D31' - D33'	10,08	160	1%	1	10	
D33' - D32'	13,05	200	1%	16	160	
D32' - D30'	16,62	200	1%	18	180	

Tabulka 3. Dimenze ležatého odpadního dešťového potrubí.

3.4 Porovnání spotřeby vody na splachování a dešťové odpadní vody

Budeme počítat zpětné využití dešťové vody jenom pro budovou A1.

$$Q_{m,s} = 179,75 \text{ m}^3/\text{měsíc} > Q_{m,d} = 150,3 \text{ m}^3/\text{měsíc}$$

Na budovu A1 dešťové vody nebude stačit.

Řešení:

Zjistíme kolik vody na splachování za rok nám chybí.

$$Q_{r,s} = 2157 \text{ m}^3/\text{rok} - \text{průměrná roční potřeba užitkové vody pro budovu A1}$$

$$Q_{r,d} = 1803,9 \text{ m}^3/\text{rok} - \text{roční odtok odpadní vody dešťové z celého objektu}$$

$Q_{r,s,n} = Q_{r,s} - Q_{r,d}$ - nedostačující voda na splachování za rok

$$Q_{r,s,n} = 2157 - 1803,9$$

$$Q_{r,s,n} = 353,1 \text{ m}^3/\text{rok}$$

Spočítáme kolik měsíců budeme dopouštět pitnou vodu do akumulární nádrže.

$$Q_{m,s} = 179,75 \text{ m}^3/\text{měsíc} - \text{potřebujeme za měsíc}$$

m_s – počet měsíců v roce, ve kterých dostačuje dešťová voda na splachování záchodu a pisoáru budovy A1

$$m_s = Q_{r,d} / Q_{m,s}$$

$$m_s = 1803,9 / 179,75$$

$$m_s = 10,03 \text{ měsíců} \Rightarrow 10 \text{ měsíců}$$

m_n – počet měsíců, ve kterých musíme dopouštět do nádrže pitnou studenou vodu

$$m_n = 12 - m_s$$

$$m_n = 12 - 10$$

$$m_n = 2 \text{ měsíců}$$

Závěr:

Dešťovou vodu můžeme využít 10 měsíců v roce, ostatní 2 měsíce budeme dopouštět pitnou vodu do nádrže dešťové vody. Za předpokladu, že zachytíme všechnu dešťovou vodu.

3.5 Návrh akumulární nádrže pro zpětné využití

Navrhují akumulární nádrž na dešťovou vodu o objemu 150 m^3 . To je průměrný objem srážek za jeden měsíc, i když spotřeba je větší. Bereme ohled na stálý odběr vody do záchodů a pisoárů.

3.6 Návrh retenční nádrže

Výpočet proveden podle normy ČSN 75 9010.

$$V_r = w * h_d / 1000 * (A_{red} + A_r) - Q_o / 1000 * t_c * 60 - \text{velikost retenčního objemu v m}^3$$

$$A_{red} = 3279,78 \text{ m}^2$$

$$A_r = 0 \text{ m}^2 - \text{otevřená hladina retence na kterou prší}$$

$$Q_o = 3,5 \text{ l/s} - \text{regulovaný odtok z retenční nádrže (povolený průtok od správce sítě)}$$

$$w = 1,72 - \text{součinitel stoletých srážek z Přílohy 4}$$

$$\rho = 0,1 / \text{rok} - \text{návrhová periodičita srážek}$$

t_c – doba trvání srážky [min], určité periodicity podle ČSN 75 9010 nebo přesnějších místně platných hydrologických údajů.

h_d – návrhový úhrn srážek podle ČSN 75 9010 nebo přesnějších místně platných hydrologických údajů s odpovídající dobou trvání (t_c) a stanovenou periodicitou podle Přílohy 4. [2]

Výpočet se provede pro intenzity deště s dobou trvání od 5 do 4320 min. Za návrhový objem se považuje největší vypočtený retenční objem retenční dešťové nádrže. [2]

Doba trvání srážek t_c [min]	Návrhové úhrny srážek h_d [mm]	V_r
	0,1	
5	13,1	72,9
10	19,5	107,9
15	23,2	127,7
20	25,3	138,5
30	28,1	152,2
40	30,2	162,0
60	33,1	174,1
120	37,9	188,6
240	47,7	218,7
360	52	217,7
480	52,8	197,1
600	53,7	176,9
720	54,6	156,8
1080	57,2	95,9
1440	58,1	25,4
2880	73,5	-190,2
4320	78,9	-462,1

$V_r =$	218,7	220 m ³
---------	-------	--------------------

Tabulka 4. Výpočet objemu retenční nádrže.

Závěr:

Navrhuji retenční nádrž na dešťovou vodu o objemu 220 m³.

4. NÁVRH VODOVODU S DEŠŤOVOU VODOU

4.1 Výpočet dimenze potrubí a tlakových ztrát, třením a místními odpory.

Dimenzování potrubí vnitřního vodovodu vychází z průtočných rychlostí, průtoků a tlakových ztrát třením a místními odpory v potrubích a zařízeních.

Výpočet proveden podle ČSN 75 5455 "Výpočet vnitřních vodovodů". Dle odst. 5.1.2 a) Administrativní budovy.

$$Q = \sqrt{\sum_{i=1}^p (Q_{Ai}^2 * n_i)} \quad \text{- výpočtový průtok [l/s]}$$

Q_{Ai} – jmenovitý výtok jednotlivými druhy výtokových armatur a zařízení [l/s] podle Přílohy 5

n_i – počet výtokových armatur stejného druhu

p – počet druhů výtokových armatur

Výpočet měrných tlakových ztrát třením R [Pa/m], hmotnostního průtoku m [kg/h], rychlosti vody v potrubí w [m/s] a návrh dimenze [mm] proveden s využitím tabulky "Výpočet měrných tlakových ztrát třením R " na stránkách:

<http://tzb.fsv.cvut.cz/vyucujici/reinberk/vypocty/dimtab.php>

Výpočet ztrát místními odpory Z [Pa] potrubí se provede zjednodušeným způsobem:

$$Z = a * \sum_{i=1}^n (l_i * R_i)$$

l_i – délka posuzovaného úseku potrubí [m];

R_i – délková tlaková ztráta třením [kPa/m];

a – součinitel vlivu místních odporů, který má u přívodního potrubí hodnotu $a = 2$

n – počet posuzovaných úseků

V1

PPR (Ekoplastik) PN 10													
Úsek	Q _{Ai} Q _{Ai} ²	0,1	0,2	0,3	Q [l/s]	m [kg/h]	Dimenze [mm]	Délka úseku l [m]	w [m/s]	R [Pa/m]	R*1 [Pa]	Z [Pa]	R*1 + Z [Pa]
		0,01	0,04	0,09									
		počet	počet	počet									
A-B		1			0,10	360,0	20x2,3	13,70	0,54	335,70	4599,09	9198,18	13797,27
B-C		2			0,14	509,1	20x2,3	1,00	0,75	595,20	595,20	1190,40	1785,60
C-D		4			0,20	720,0	20x2,3	1,00	1,06	1150,00	1150,00	2300,00	3450,00
D-E		6			0,24	881,8	25x2,5	1,00	0,78	450,00	450,00	900,00	1350,00
E-F		8			0,28	1018,2	25x2,5	1,00	0,89	576,40	576,40	1152,80	1729,20
F-G		13			0,36	1298,0	32x3,0	3,70	0,65	256,00	947,20	1894,40	2841,60
G-H		25			0,50	1800,0	32x3,0	3,70	0,94	463,00	1713,10	3426,20	5139,30
H-I		37			0,61	2189,8	32x3,0	3,70	1,15	662,00	2449,40	4898,80	7348,20
I-J		49			0,70	2520,0	40x3,7	3,70	0,83	285,00	1054,50	2109,00	3163,50
J-K		61			0,78	2811,7	40x3,7	3,70	0,93	342,60	1267,62	2535,24	3802,86
K-L		73			0,85	3075,8	40x3,7	17,10	1,00	395,00	6754,50	13509,00	20263,50
Σ l								53,3	Σ (R*1 + Z) =				64671

Tabulka 5. Výpočet dimenze potrubí vodovodu užitkové vody a tlakových ztrát třením a místními odpory.

4.2 Návrh čerpadla

4.2.1 Požadovaný tlak

$p_p = p_e + p_{\text{minFl}} + p_z$ – požadovaný tlak čerpadla

p_e – dopravní tlak

p_{minFl} – minimální požadovaný hydrodynamický přetlak před výtakovou armaturou = 100 kPa

p_z – tlakové ztráty třením a místními odpory

$$p_e = \rho \cdot g \cdot h$$

ρ – hustota vody [$\text{kg} \cdot \text{m}^{-3}$]

g – gravitační zrychlení [m/s^2]

h – výška od čerpadla k nejvýše usazenému zařizovacímu předmětu [m] = 37,55m

$$p_e = 1000 \cdot 9,8 \cdot 37,55$$

$$p_e = 367,99 \text{ kPa}$$

$$p_z = 64,671 \text{ kPa} \text{ – z tabulky 5}$$

$$p_p = 367,99 + 100 + 64,671$$

$$p_p = 532,661 \text{ kPa}$$

4.2.2 Požadovaný největší průtok

$$Q = 0,85 \text{ l/s} = 51 \text{ l/min} = 3,06 \text{ m}^3/\text{h}$$

4.2.3 Výběr čerpadla

Navrhuju ponorné čerpadlo Grundfos SQ 2-100

Technické parametry:

Výtlač max.: **128 m**

Průtok max.: **3,4 m³/h**

Jmenovité napětí: 230 V

Jmenovitý výkon motoru: 1,15 kW

Délka kabelu: 50 m

Vnější rozměr max.: 74 mm

Připojovací rozměr výtlač: 1 1/4" palce



Obrázek 2. Ponorné čerpadlo Grundfos^[3]

Ochrana proti běhu nasucho: Ano
(zabudovaná)

Hloubka ponoru max.: 150 m

Zpětná klapka: Ano (zabudovaná)^[3]



Obrázek 3. Graf výkonu čerpadla Grundfos SQ 2-100^[3]

4.2.4 Měření a regulace

Nad hladinou akumulární nádrže bude nainstalován ultrazvukový hladinoměr. Když voda v nádrži klesne pod určitou hladinu, hladinoměr pošle signál do řídicí jednotky. Potom následuje otevření elektromagnetického ventilu a dopouštění pitné vody do nádrže. Až voda stoupne na určenou hladinu, elektromagnetický ventil se uzavře.

4.3 Popis užitkového vodovodu s dešťovou vodou.

4.3.1 Úvod

Vodovod s dešťovou vodou bude proveden jenom pro budovu A1. Voda se bude čerpat z akumulární nádrže. Maximální průtok je 0,85 l/s. Výškový rozdíl mezi čerpadlem a nejvýše usazeném zařizovacím předmětem je 37,55 m. Minimální hydrodynamický přetlak před výtokovou armaturou je 100 kPa.

4.3.2 Ležaté rozvody vodovodu

Hlavní ležaté potrubí vodovodu s dešťovou vodou bude vedeno z akumulární nádrže na dešťovou odpadní vodu pod stropem 1. podzemního podlaží se spádem 3 ‰ ve směru k nádrži. Z ležatého potrubí se napojí stoupačka. Na ležatém potrubí budou osazené vodovodní

armatury dle příslušné vnitřní dimenze potrubí (ve směru od nádrže): kulový kohout s vypouštěním, filtr, tlakový spínač, vodoměr, zpětný ventil, kulový kohout, vypouštěcí kohouta expanzní nádoba. Potrubí se bude kotvit buď do stopu, stěn nebo pomocných ocelových konstrukcí. Potrubí bude tepelně izolované.

4.3.3 Stoupací potrubí

Stoupací potrubí v 1. nadzemním podlaží bude procházet volně u stěny a pod stropem bude uskakovat do instalační šachty. V šachtě bude vedené do 7. nadzemního podlaží a potom pod stropem 7. nadzemního podlaží. Vedle stěny bude stoupat do 8. nadzemního podlaží. Potrubí se bude kotvit buď do stěn nebo k pomocným ocelovým konstrukcím. Potrubí bude tepelně izolované proti rosení.

V každém patře budou osazeny uzávěry vody příslušné dimenze. Do 4. nadzemního podlaží bude ještě za každým uzávěrem redukční ventil pro snížení tlaku vody. Ventil bude nastaven na výstupní tlak 0,35 MPa.

4.3.4 Připojovací potrubí

Připojovací potrubí vodovodu dešťové vody do jednotlivých sociálních zázemí objektu bude vedeno v předstěnách a pod stropem. Na odbočkách bude vždy uzavírací ventil. Do 4. nadzemního podlaží bude za uzávěrem osazen ještě redukční ventil. Potrubí bude tepelně izolované proti rosení. Provedení je stejné od 2. nadzemního podlaží až do 7. nadzemního podlaží.

Na potrubí k záchodům a pisoárům budou osazeny rohové ventily.

Všechny ležaté připojovací potrubí budou provedeny ve spádu 3 ‰ ve směru výtoku.

4.3.5 Počet zařizovacích předmětů

Celkový počet zařizovacích předmětů je 73. Z toho je 49 záchodů, 18 pisoárů a 6 záchodů pro postižené.

4.3.6 Materiál a provádění

Potrubí

Vnitřní rozvody dešťové vody budou provedeny z plastového potrubí Wavin Ekoplastik PPR PN10.

Tepelná izolace

Celý vodovod bude tepelně izolován proti rosení. Tloušťky izolací jsou navrženy dle ČSN 75 5409 (nejmenší tloušťka tepelné izolace potrubí studené vody) a podle zjednodušeného výpočtu s optimalizací na stránkách tzb-info.cz. Tloušťka izolace na stoupacím a ležatým potrubí je 9 mm. Izolace na přípojovacích potrubích je 4 mm. Rozvody je nutné izolovat kvůli rosení a možnému poškození. Proto je nutné izolovat i kolena a odbočky. Na potrubí budou též dodrženy dilatace, tzn. umístění pevných bodů a kluzných podpor, podle materiálových předpisů výrobce potrubí.

5. POROVNÁNÍ DEŠŤOVÉ GRAVITAČNÍ A PODTLAKOVÉ KANALIZACE

5.1 Obecně

5.1.1 Úvod

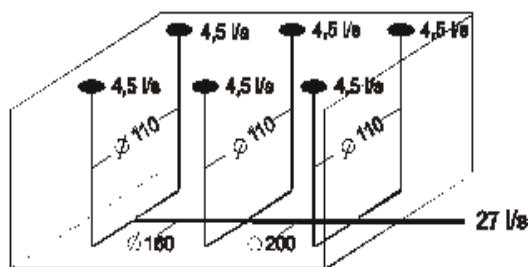
Existují dva druhy vnitřní dešťové kanalizace, které dělíme podle hnací síly vody na gravitační a podtlakovou.

5.1.2 Gravitační kanalizace

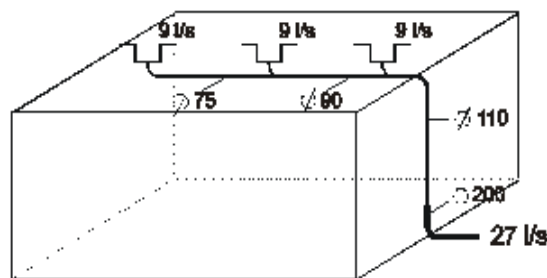
Gravitační kanalizace funguje na principu volného odtékání dešťových vod potrubím – gravitační silou. Voda stéká po stěnách svislého potrubí a uprostřed vzniká vzduchová mezera, kterou proudí nahoru vytlačený vzduch. Je nutné, aby ležaté potrubí mělo sklon alespoň 0,5 % kvůli gravitačnímu odtékání a stupeň plnění potrubí je max. 70 %. To je nejpoužívanější a nejnámější způsob odvádění srážek. ^[4]

5.1.3 Podtlaková kanalizace

Podtlaková kanalizace při malých srážkách funguje jako gravitační. V případě velkých dešťů, když se potrubí zcela zaplní vodou – vytvoří se podtlak. Efekt podtlaku pomůžou vytvořit speciální střešní vtoky a správně navržená dimenze potrubí, která je mnohem menší než u gravitační kanalizace. Ze střešních vtoků se trubky spojují do ležatého potrubí v posledním nadzemním podlaží, kde toto potrubí nepotřebuje žádný sklon. Tím pádem je u této kanalizace mnohem méně svislých potrubí, které musejí procházet všemi podlažími. Podtlaková kanalizace se vyplatí od plochy střechy cca 2000 m². Maximální hodnota podtlaku může být 0,08 MPa. ^[4]



Obrázek 4. Gravitační kanalizace, schéma^[4]



Obrázek 5. Podtlaková kanalizace, schéma^[4]

5.2 Řešení podtlakové kanalizace dle projektu WAVIN

5.2.1 Popis projektu

Předmětem předložené projektové dokumentace bylo vypracování návrhu odvodnění střechy nového komplexu Visionary v Praze, podtlakovým systémem QuickStream od firmy WAVIN. ^[5]

Řešení vycházelo z požadavku investora, projektanta a z předpisu daných normami CSN EN 12056-3, CSN 756760 a VDI 3806. Navržené řešení bylo zakresleno do výkresu předaných zpracovatelem stavební části. ^[5]

Projektová dokumentace byla průběžně konzultována a požadavky investora byly zapracovány do projektové dokumentace. ^[5]

5.2.2 Řešení odvodnění střechy

Návrh řeší odvodnění střechy nového komplexu Visionary v Praze. Jedná se o objekt o celkové odvodňované ploše střechy 3 308 m². Návrh byl proveden na návrhový zatěžovací déšť intenzity 300 l/s/h a pro koeficient odtoku 1,0. Celkový okamžitý odtok ze všech řešených ploch střechy je 98,4 l/s. ^[5]

5.2.3 Návrh odvodnění plochy

Srážky ze střechy jsou spádováním střechy areálu sváděny celkem k 24 střešním vtokům. Odvodňovací systém je tvořen sedmi odvodňovacími větvemi DP1 – DP7. ^[5]

Uvedené odvodňovací větve jsou vždy vedeny vodorovně pod střešní konstrukcí a jsou zaústěny v úrovni pod 0,000 m (1. PP) do gravitačního systému dešťové kanalizace. ^[5]

Přechod z PE systému na systém PVC KG se doporučuje udělat až 1 m za obvodovým pláštěm, nebo v nejbližší venkovní šachtě. ^[5]

5.2.4 Použité díly a výrobky

Střešní vpusti

Na základě skladby střechy a pro provedení hydraulického výpočtu byly navrženy střešní vtoky WAVIN QS-P+ vyhřívané, určené pro napojení PVC fóliových hydroizolací. Jedná se o plastové vtoky, tepelné izolované. ^[5]

Potrubí

Potrubí je z materiálu PE-HD (vysokohustotní polyetylén) v DN dle specifikace.

Spojování potrubí se provádí svařováním pomocí elektronátrubku nebo metodou natupo.^[5]

5.2.5 Napojení na gravitační kanalizaci

Potrubí PE-HD systému Wavin QuickStream bude napojeno na areálovou gravitační dešťovou kanalizaci v úrovni pod terénem pomocí hrdla KG tvarovky o konkrétním průměru.^[5]

Gravitační kanalizace (z hlediska světlosti a spádu potrubí), na kterou je střešní odvodňovací systém WAVIN QuickStream napojen musí být navržena tak, aby umožnila odvést množství dešťové vody dané výpočty systému WAVIN a CSN 75 6770 (nutno uvažovat velikost návrhového děste 300 l/s/ha).^[5]

V místech napojení na gravitační kanalizaci (nebo v místech blízkých) se doporučuje osadit revizní šachta s děrovaným poklopem, aby byl zajištěn bezpečný odvod vytlačeného vzduchu a výtoku vody ze systému.^[5]

5.2.6 Výkaz výměr a cena podtlakové dešťové kanalizace

kód	vpusti a příslušenství	celkem ks	cena za 1ks	cena celkem
OF951910W	Střešní vtok WAVIN QS-P+ fóliový typ	24	3 887 Kč	93 288 Kč
OF954231W	Elektrický ohřev QS-P+	24	1 696 Kč	40 704 Kč
OF999055W	Příruba pro připojení parozábrany DN 75	24	1 767 Kč	42 408 Kč
Σ				176 400 Kč

kód	potrubí	celkem m	cena za 5m	cena celkem
OP910040W	POTRUBÍ PEHD d 40, TVAROVKY PEHD, UCHYCENÍ	52	294 Kč	3 234 Kč
OP910050W	POTRUBÍ PEHD d 50, TVAROVKY PEHD, UCHYCENÍ	101	333 Kč	6 993 Kč
OP910056W	POTRUBÍ PEHD d 56, TVAROVKY PEHD, UCHYCENÍ	126	393 Kč	10 218 Kč
OP910063W	POTRUBÍ PEHD d 63, TVAROVKY PEHD, UCHYCENÍ	155	448 Kč	13 888 Kč
OP910075W	POTRUBÍ PEHD d 75, TVAROVKY PEHD, UCHYCENÍ	122	481 Kč	12 025 Kč
OP910090W	POTRUBÍ PEHD d 90, TVAROVKY PEHD, UCHYCENÍ	58	690 Kč	8 280 Kč
OP910110W	POTRUBÍ PEHD d 110, TVAROVKY PEHD, UCHYCENÍ	88	968 Kč	17 424 Kč
OP910160W	POTRUBÍ PEHD d 160, TVAROVKY PEHD, UCHYCENÍ	2	1 980 Kč	1 980 Kč
OP911200W	POTRUBÍ PEHD d 200, TVAROVKY PEHD, UCHYCENÍ	4	3 030 Kč	3 030 Kč
Σ		706	Σ	77 072 Kč

cena kanalizace	253 472 Kč
------------------------	-------------------

Tabulka 6. Výkaz výměr a cena podtlakové kanalizace^[5]

5.3 Vlastní návrh gravitační dešťové kanalizace

5.3.1 Popis návrhu

Vnitřní gravitační dešťová kanalizace bude provedena v budovách A1 a A2 a bude odvádět srážkovou vodu ze střech o ploše 3308 m² a areálu prvního nadzemního podlaží o ploše 2684 m². Srážková voda bude stékat do akumulární nádrže o objemu 150 m³. V případě přivalových dešťů a nedostatku kapacity akumulární nádrže voda bude se přelívat do retenční nádrže o objemu 220 m³. Z retenční nádrže srážková voda bude stékat do kanalizace s regulovaným odtokem 3,5 l/s. U retenční nádrže je navržen bezpečnostní přeliv.

5.3.2 Kanalizační přípojka

V celé oblasti se nachází systém jednotné kanalizace. V ulici Argentinská se nachází jednotná stoka DN 500.

Administrativní budova bude napojena kanalizační přípojkou do stoky DN 500 v ulici Argentinská. Přípojka bude provedená z kameninového hrdlového potrubí DN 200, čisticí kus bude umístěn v suterénu za vstupem přípojky do objektu.

5.3.3 Střešní vtoky

Střešní vtoky budou od firmy HL. Na střechách bude umístěno 21 vtoků, ze kterých 7 bude pro zelenou střechu a 14 pro pochozí. V prvním nadzemním podlaží bude 13 vtoků pro pochozí střechu. Všechny vtoky budou s elektrickým ohřevem a tepelně izolované.

5.3.4 Svislé odpadní dešťové potrubí

Svislé dešťové potrubí bude provedené od střešních vpustí přímo dolů. Výjimkou jsou potrubí D5, D6, D9, D14 a D15, které v prvním nadzemním podlaží uskakují do jiného potrubí nebo šachty. Všechna potrubí budou vedená v instalačních šachtách nebo vedle sloupů. Potrubí bude tepelně izolované proti rosení.

5.3.5 Ležaté potrubí

Ležaté potrubí bude vedené pod stropem prvního podzemního podlaží ve sklonu 1 až 2 % ve směru k akumulární nádrže. Potrubí ze střechy a z areálu bude vedeno zvlášť z

kapacitních důvodu. Ležatý rozvod bude sveden šesti trubkami do akumulární nádrže, ze které bude voda zpětně využita do záchodů a pisoárů. Potrubí bude tepelně izolované.

5.3.6 Materiál

Potrubí

Svislé potrubí dešťové kanalizace bude provedené z trubek a tvarovek WAVIN HT (DN110). Ostatní potrubí a tvarovky budou z WAVIN KG (DN125, DN160, DN200).

Tepelná izolace

Všechna potrubí dešťové kanalizace budou tepelně izolované. Tloušťky izolací jsou navrženy dle ČSN 75 5409 (nejmenší tloušťka tepelné izolace potrubí studené vody) a podle zjednodušeného výpočtu s optimalizací na stránkách tzb-info.cz. Tloušťka izolace bude 9 mm. Rozvody je nutné izolovat kvůli rosení, možnému poškození a zmrznutí potrubí zejména v podzemním podlaží. Proto je nutné izolovat i kolena a odbočky. Střešní vtoky budou mít také tepelnou izolaci.

5.3.7 Prostupy

Prostupy požárními předěly v úrovni stropů a stěn budou opatřeny požárními manžetami.

Taktéž prostupy potrubí do dešťové retenční nádrže budou pomocí systémových prostupků např. Permur.

5.3.8 Výkaz potrubí

	DN	délka z projektu [m]	30 %- tvarovky [m]	celkem [m]
střecha	110	564,3	169,3	734
	125	64,3	19,3	84
	160	151,0	45,3	196
	200	31,0	9,3	40
1NP	110	9,1	2,7	12
	125	90,0	27,0	117
	160	2,0	0,6	3
	200	79,0	23,7	103
			Σ	1288

Tabulka 7. Výkaz potrubí gravitační kanalizace.

5.3.9 Výkaz výměr a cena gravitační kanalizace ze střechy

kód	vpusti a příslušenství	celkem ks	cena za 1ks	cena celkem
HL62.1/1	Střešní vtok DN110 se svislým odtokem s pevnou přírubou a izolační svorkou, s elektrickým ohřevem, záchytný koš	7	3 808 Kč	26 659 Kč
HL62.1B/1	Střešní vtok DN110 svislý s pevnou přírubou a izolační svorkou, s elektrickým ohřevem, pochůzný	14	4 991 Kč	69 874 Kč
			Σ	96532

kód	potrubí	celkem m	cena za 1 m	cena celkem
HP310640W	HTEM trubka hr.DN110x2,7/1000, tvarovky, uchycení	734	125 Kč	91 552 Kč
SP411100W	KG potrubí SN4 ML 125x3,2, tvarovky, uchycení	84	142 Kč	11 870 Kč
SP412100W	KG potrubí SN4 ML 160x4,0, tvarovky, uchycení	196	211 Kč	41 419 Kč
SP413100W	KG potrubí SN4 ML 200x4,9, tvarovky, uchycení	40	325 Kč	13 098 Kč
		Σ	Σ	157 939 Kč

cena kanalizace	254 471 Kč
------------------------	-------------------

Tabulka 8. Výkaz výměr a cena gravitační kanalizace ze střechy^{[6] [7] [8]}

5.4 Porovnání kanalizací

	podtlaková	gravitační kanalizace ze střechy	rozdíl
počet vpustí na střeše [ks]	24	21	3
délka potrubí [m]	706	1054	-348
cena celkem	253 472,00 Kč	254 471,00 Kč	-999,00 Kč
počet svislého potrubí [ks]	6	21	-15

Tabulka 9. Porovnání podtlakové a gravitační dešťové kanalizace.

Z tabulky je vidět, že v objektu Visionary se vyplatí použít podtlakovou dešťovou kanalizací. Je to výhodnější i z hlediska ceny (podtlaková je levnější o 999,00 Kč), i z hlediska délky potrubí (rozdíl 348 m). Důležité taky je, že počet svislého dešťového potrubí u podtlakové kanalizace je o 15 menší a vede se v instalačních šachtách, když u gravitační kanalizace většinu svislých potrubí musíme vést v kancelářských prostorech vedle nosných sloupů.

6. ZÁVĚR

Cílem bakalářské práce bylo navržení užitkového vodovodu s dešťovou vodou v rozsahu prováděcí dokumentace a porovnání podtlakové a gravitační dešťové kanalizace v administrativní budově Visionary.

Vodovod s dešťovou vodou byl navržen jenom pro splachování záchodů a pisoárů v budově A1, kvůli nedostatku dešťové odpadní vody, kterou budeme zpětně využívat pro tento vodovod.

V technickém řešení jsem provedla návrh retenční a akumulární nádrže pro dešťovou odpadní vodu.

Projektová dokumentace pro podtlakovou dešťovou kanalizaci byla převzata od společnosti WAVIN. Vlastní návrh gravitační kanalizace a následující porovnání těchto dvou systémů kanalizaci ukázalo převahu podtlakového systému, použitého v této administrativní budově.

7. SEZNAM POUŽITÝCH ZDROJŮ

- [1] *Kanceláře Visionary Praha 7 – Holešovice* [online] [cit/vid. 15.04.2017] Dostupné z: <https://www.najdikancelare.cz/pronajem-kancelare-praha-holesovice-praha-7-kancelare-visionary-praha-7-holesovice-12582>
- [2] ING. VRÁNA Jakub, Ph.D. *Revize ČSN 75 6760 Vnitřní kanalizace II* [online] 28.4.2014 VUT Brno, Ústav TZB [cit/vid. 06.05.2017] Dostupné z: <http://voda.tzb-info.cz/normy-a-pravni-predpisy-voda-kanalizace/11136-revize-csn-75-6760-vnitri-kanalizace-ii>
- [3] *Grundfos SQ 2-100, 50 m kabel, čerpadlo, 96510202 + DÁREK* [online] [cit/vid. 06.05.2017] Dostupné z: <https://www.cerpadlo-cerpadla.cz/cerpadla-ok/eshop/1-1-PONORNA-CERPADLA/640-4-SQ-2-100/5/3893-Grundfos-SQ-2-100-50m-kabel-cerpadlo-96510202-DAREK>
- [4] *Odvodnění střech* [online] [cit/vid. 06.05.2017] Dostupné z: <http://fast10.vsb.cz/studijni-materialy/ps4/2.html>
- [5] WAVIN EKOPLASTIK S.R.O. ING. RUNŠTUK Michal. *Projektová dokumentace Visionary Praha. Technická zpráva Odvodnění střechy*. WAVIN Ekoplastik s.r.o., Pražská 850, 500 04 Hradec Králové. 14.12.2016
- [6] WAVIN EKOPLASTIK S.R.O. [online] [cit/vid. 06.05.2017] Dostupné z: <http://cz.wavin.com/web/download?uuid=6c555579-f834-4c61-897b-08fa30bd5eb1>.
- [7] WAVIN EKOPLASTIK S.R.O. [online] [cit/vid. 06.05.2017] Dostupné z: <http://cz.wavin.com/web/download?uuid=f5eb66c1-64f5-41eb-9df5-856def3a7571>.
- [8] *Ceník* [online] © 2017 Odtoky HL [cit/vid. 06.05.2017]. Dostupné z: <http://www.odtokyhl.cz/cenik/>

8. SEZNAM PŘÍLOH

Příloha 1.

Součinitelé odtoku srážkových vod (ČSN 75 6760)

Druh odvodňované plochy; druh úpravy povrchu ¹⁾	Sklon povrchu		
	do 1 %	1 % až 5 %	nad 5 %
	Součinitelé odtoku srážkových vod		
Sřechy s propustnou horní vrstvou o tloušťce do 100 mm (vegetační sřechy)	0,7	0,7	0,8
Sřechy s propustnou horní vrstvou o tloušťce nad 100 do 250 mm (vegetační sřechy)	0,4	0,4	0,5
Sřechy s propustnou horní vrstvou o tloušťce nad 250 mm (vegetační sřechy)	0,3	0,3	0,3
Sřechy s vrstvou kačírku (štěrku) na nepropustné vrstvě	0,9	0,9	0,9
Sřechy s nepropustnou horní vrstvou	1,0	1,0	1,0
Sřechy 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 závlivkou 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 zatravnňovacích tvárníc	0,2	0,3	0,4
Komunikace ze vsakovacích tvárníc	0,2	0,3	0,4
Sady, hřiště	0,1	0,15	0,2
Zatravněné plochy	0,05	0,1	0,15

¹⁾ Odvádění srážkových vod z nemovitosti může být regulováno (sníženo) úpravou povrchu odvodňovaných ploch.
²⁾ Platí pouze pro dimenzování svodných potrubí vně budov.

Příloha 2.

Hydraulické kapacity vnitřního dešťového odpadního potrubí. (ČSN 75 6760)

Jmenovitá světlost vnitřního odpadního potrubí DN	Hydraulická kapacita vnitřního dešťového odpadního potrubí Q_r [l/s] stupeň plnění $f = 0,30$
70	3,2
90	4,8
100	8,1
125	12,6
150	25

Příloha 3.

Hydraulické kapacity ve svodných potrubích, stupeň plnění 70 %. (ČSN 75 6760)

Sklon	DN 90	DN 100	DN 125	DN 150	DN 200
J	Q_{\max}	Q_{\max}	Q_{\max}	Q_{\max}	Q_{\max}
[%]	[l/s]	[l/s]	[l/s]	[l/s]	[l/s]
1	2,5	4,2	6,8	12,8	23,7
2	3,5	5,9	9,6	18,2	33,6
3	4,3	7,3	11,8	22,3	41,2

Příloha 4.

Návrhová periodičita srážek pro dimenzování retenčních nádrží. (ČSN 75 6760)

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 zpětném vzduťi 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 vzduťi jsou proti vniknutí vzduťté vody z dešťové kanalizace chráněny technickým opatřením podle 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 vzduťi v dešťové kanalizaci zaústěné do retenční dešťové nádrže vznikne při naplnění retenční nádrže na větší objem, než je vypočtený retenční objem. Hladinou zpětného vzduťi 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.).		

Příloha 5.

Jmenovité výtoky (Q_A), součinitelé výtoku (f) a minimální požadované hydrodynamické přetlaky ($p_{\min F1}$) pro běžné výtokové armatury (ČSN 75 5455)

Výtokové armatury	DN	Jmenovité výtoky ¹⁾ Q_A l/s	Součinitelé výtoku		Minimální požadované hydrodynamické přetlaky	
			f		$p_{\min F1}$ kPa	
			Pro jednu výtokovou armaturu	Pro dvě a více výtokových armatur	Doporučené	Nejmenší
Výtokový ventil	15	0,2	1	1	100	50 ⁵⁾
Výtokový ventil	20	0,4	1	1	100	50 ⁵⁾
Bidetová souprava nebo směšovací baterie	15	0,1 ²⁾	1	1	100	50
Nádržkový splachovač	15	0,1	0,7	0,7 ⁴⁾	100	50
Automatická bytová pračka	15	0,2	1	1	---	100 ⁷⁾
Bytová myčka nádobí	15	0,15	1	1	---	100 ⁷⁾
Směšovací baterie u umyvadla, umývatka nebo umývacího žlabu	15	0,2 ²⁾³⁾⁶⁾	0,65	1	100 ³⁾	50 ³⁾
Směšovací baterie u dřezu	15	0,2 ²⁾³⁾	1	1	100 ³⁾	50 ³⁾
Směšovací baterie sprchová	15	0,2 ²⁾³⁾	1	1	100 ³⁾	50 ³⁾
Směšovací baterie vanová	15	0,3 ²⁾³⁾	1	1	100 ³⁾	50 ³⁾
Tlakový splachovač pisoárové mísy bez odsávání nebo pisoárového stání	15	0,15	1	1	---	100
Tlakový splachovač pisoárové mísy odsávací	15	0,3	1	0,75	---	100
Tlakový splachovač záchodové mísy	20	1,2	0,85	0,85	---	120

POZNÁMKY

¹⁾ Výtok vody pro zařízení, která nejsou v tabulce uvedena, se určí podle údajů výrobce nebo odhadne podle výtokové armatury, přes kterou jsou k vnitřnímu vodovodu napojena, např. výtokového ventilu na hadici.

²⁾ Hodnoty jmenovitého výtoku se používají pro stanovení výpočtového průtoku studené i teplé vody ke směšovací baterii.

³⁾ Hodnoty jmenovitého výtoku a nejmenšího požadovaného hydrodynamického přetlaku platí pro běžné směšovací baterie.

⁴⁾ Při dimenzování potrubí, např. užitkové vody, které zásobuje vodou pouze nádržkové splachovače, je součinitel výtoku $f = 1$.

⁵⁾ Před výtokovými ventily na hadici musí být minimální požadovaný hydrodynamický přetlak $p_{\min F1}$ nejméně 100 kPa.

⁶⁾ Při dimenzování potrubí podle vztahů (1) a (3), na které je napojena pouze jedna směšovací baterie a žádné jiné výtokové armatury, je jmenovitý výtok $Q_A = 0,13$ l/s.

⁷⁾ Před armaturou pro připojení automatické bytové pračky nebo bytové myčky nádobí.

9. SEZNAM TABULEK

Tabulka 1. Výpočet redukované odvodňované plochy střechy a INP.....	11
Tabulka 2. Dimenze svislého odpadního dešťového potrubí.....	13
Tabulka 3. Dimenze ležatého odpadního dešťového potrubí.....	14
Tabulka 4. Výpočet objemu retenční nádrže.....	16
Tabulka 5. Výpočet dimenze potrubí vodovodu užitkové vody a tlakových ztrát třením a místními odpory.....	18
Tabulka 6. Výkaz výměr a cena podtlakové kanalizace.....	26
Tabulka 7. Výkaz potrubí gravitační kanalizace.....	29
Tabulka 8. Výkaz výměr a cena gravitační kanalizace ze střechy.....	30
Tabulka 9. Porovnání podtlakové a gravitační dešťové kanalizace.....	31

10. SEZNAM OBRÁZKU

Obrázek 1. Vizualizace – pohled na stavbu Visionary.....	8
Obrázek 2. Ponorné čerpadlo Grundfos.....	19
Obrázek 3. Graf výkonu čerpadla Grundfos SQ 2-100.....	20
Obrázek 4. Gravitační kanalizace, schéma.....	23
Obrázek 5. Podtlaková kanalizace, schéma.....	23