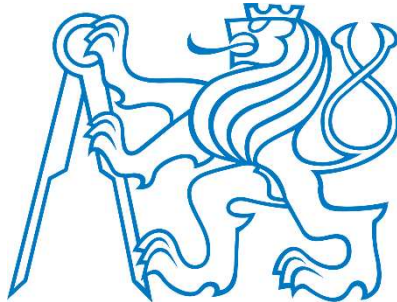


**ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE
FAKULTA STAVEBNÍ**

KATEDRA TECHNICKÝCH ZAŘÍZENÍ BUDOV



**HOSPODAŘENÍ S VODOU V PLAVECKÉM
AREÁLU V PŘELOUČI**

DIPLOMOVÁ PRÁCE

Bc. MARIE KASALOVÁ

Vedoucí diplomové práce: Ing. Stanislav Frolík, Ph.D.

2017/2018

OBSAH

1 ÚVOD	1
2 PLAVECKÝ AREÁL V PŘELOUČI	2
2.1 Popis objektu	2
2.2 Funkční celky a jejich požadavky	5
2.2.1 Bazénový provoz	5
2.2.2 Občerstvení	5
2.2.3 Fitness	6
2.3 Návštěvnost	7
2.3.1 Bazénový provoz	7
2.3.2 Občerstvení	8
2.3.3 Fitness	9
2.3.4 Celková denní návštěvnost	9
3 VODY V PLAVECKÉM AREÁLU	10
3.1 Potřeba pitné a teplé vody	10
3.1.1 Občerstvení	10
3.1.2 Umývání rukou	10
3.1.3 Sprchování	10
3.2 Potřeba provozní vody	12
3.2.1 Úklid	12
3.2.2 Splachování	12
3.2.3 Zalévání zeleně	12
3.3 Potřeba vody pro bazénovou technologii	13
3.3.1 Plnění bazénů a jejich soustav	13
3.3.2 Ředící voda	13
3.3.3 Doplnková voda	14
3.3.4 Praní a zafiltrování filtrů	14
3.4 Bilance potřeby vody	17
3.5 Dešťová voda	18
4 HOSPODAŘENÍ S VODOU – VARIANTY ŘEŠENÍ	19
4.1 Původní návrh	20
4.1.1 Využití bazénové vody pro praní a zafiltrování filtrů	21

4.1.2 Denní náklady na vodu a ohřev vody	22
4.2 Varianta 1	23
4.2.1 Využití bazénové vody pro praní a zafiltrování filtrů	24
4.2.2 Využití bazénové vody z brouzdaliště na úklid	24
4.2.3 Využití dešťové vody na zalévání zeleně	25
4.2.4 Denní náklady na vodu a ohřev vody	25
4.3 Varianta 2	26
4.3.1 Využití bazénové vody pro praní a zafiltrování filtrů	27
4.3.2 Využití bazénové vody z brouzdaliště na úklid	27
4.3.3 Využití bazénové vody z plaveckého bazénu do sprch ..	28
4.3.4 Využití dešťové vody na zalévání zeleně	28
4.3.5 Denní náklady na vodu a ohřev vody	28
4.4 Varianta 3	29
4.4.1 Využití bazénové vody pro praní a zafiltrování filtrů	30
4.4.2 Využití bazénové vody z brouzdaliště na úklid	30
4.4.3 Využití bazénové vody z plaveckého bazénu do sprch ..	30
4.4.4 Využití prací vody z filtrů na splachování	31
4.4.5 Využití dešťové vody na zalévání zeleně	31
4.4.6 Denní náklady na vodu a ohřev vody	31
4.5 Vyhodnocení navržených variant	32
5 ROZPRACOVÁNÍ VARIANTY 3 - VODOVOD	34
5.1 Bilance	34
5.1.1 Bilance denní potřeby vody	34
5.1.2 Bilance roční potřeby vody	35
5.2 Návrh zásobníkového ohřevu vody	36
5.2.1 Zásobníkový ohřev vody Z1	36
5.2.2 Zásobníkový ohřev vody Z2	38
5.3 Návrh vnitřního vodovodu	39
5.3.1 Materiál potrubí	39
5.3.2 Výpočtový průtok přívodního potrubí	39
5.3.3 Výpočtový průtok cirkulace teplé vody	39
5.3.4 Stanovení předběžného průměru přívodního potrubí ..	40
5.3.5 Tlakové ztráty	40
5.3.6 Návrh cirkulačního čerpadla	40

5.3.7 Dim. vnitřního vodovodu napojeného na veřejný vod .	42
5.3.8 Dim. vnitřního vodovodu s vodou ke splachování	51
5.3.9 Dim. vnitřního vodovodu s baz. vodou do sprch	52
5.3.10 Dim. vnitřního vodovodu s baz. vodou na úklid	53
5.3.11 Dimenzování požárního vodovodu	54
5.4 Délková roztažnost a smršťování, návrh kompenzátorů	55
6 ROZPRACOVÁNÍ VARIANTY 3 - KANALIZACE	58
6.1 Bilance	58
6.1.1 Bilance odtoku splaškových vod	58
6.1.2 Bilance odtoku dešťových vod	58
6.2 Návrh splaškové kanalizace	59
6.2.1 Materiál potrubí	59
6.2.2 Zařizovací předměty	59
6.2.3 Výpočtový průtok splaškových vod	59
6.2.4 Dimenzování splaškové kanalizace	60
6.3 Návrh dešťové kanalizace	66
6.3.1 Odvodnění střech	66
6.3.2 Výpočtový průtok dešťových vod	66
6.3.3 Návrh střešních vpustí a okapních svodů	66
6.3.4 Návrh podzemní retenční dešťové nádrže	67
6.3.5 Dimenzování dešťové kanalizace	68
7 ZÁVĚR	69
POUŽITÁ LITERATURA	70
SEZNAM OBRÁZKŮ	72
SEZNAM TABULEK	73
SEZNAM GRAFŮ	74
SEZNAM PŘÍLOH	75

1 ÚVOD

Předchozí teoretická část naznačila možnosti hospodaření s vodou v plaveckých areálech. V této praktické části bude představen návrh konkrétního plaveckého areálu a následně na něm budou navrženy a zhodnoceny možnosti hospodaření s vodou. Snahou každého provozovatele je zajistit nízké náklady na provoz budovy. A právě to by mohlo být umožněno způsobem, jakým se bude s vodou v budově hospodařit.

Pro vybranou variantu je zpracovaná projektová dokumentace části zdravotní techniky.

Podkladem pro tuto práci se stal návrh plaveckého areálu v Přelouči. Přelouč je městem na levém břehu řeky Labe s přibližně 9000 obyvateli. Nachází se nedaleko Pardubic. [1] Město zatím nemá žádný veřejný plavecký areál.

2 PLAVECKÝ AREÁL V PŘELOUČI

2.1 Popis objektu

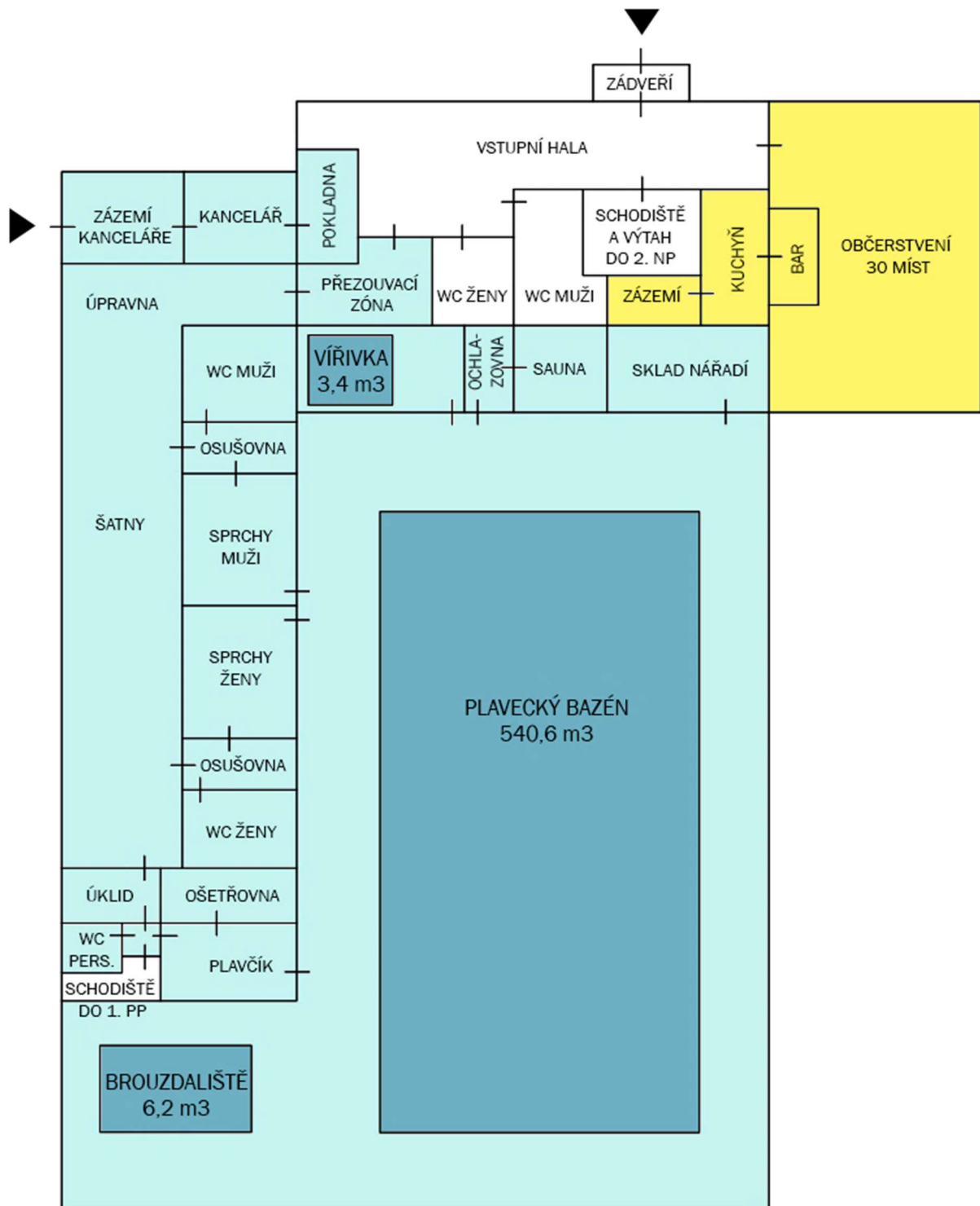
Plavecký areál v Přelouči je navržen tak, aby odpovídal současným normám a ostatním požadavkům. Bude sloužit pro sportovní využití ve volném čase. Nabídne prostory pro fitness, plavání, wellness i občerstvení. [2]

Stavba má dvoupodlažní část a jednopodlažní podsklepenou část. Podsklepená část o rozměrech cca 10 x 44 m zahrnuje šatny, hygienické zázemí pro koupající a technické zázemí. Ve druhé části budovy tvaru „L“ se provozuje plavecký bazén, občerstvení a ve 2. nadzemním podlaží fitness centrum. [2]

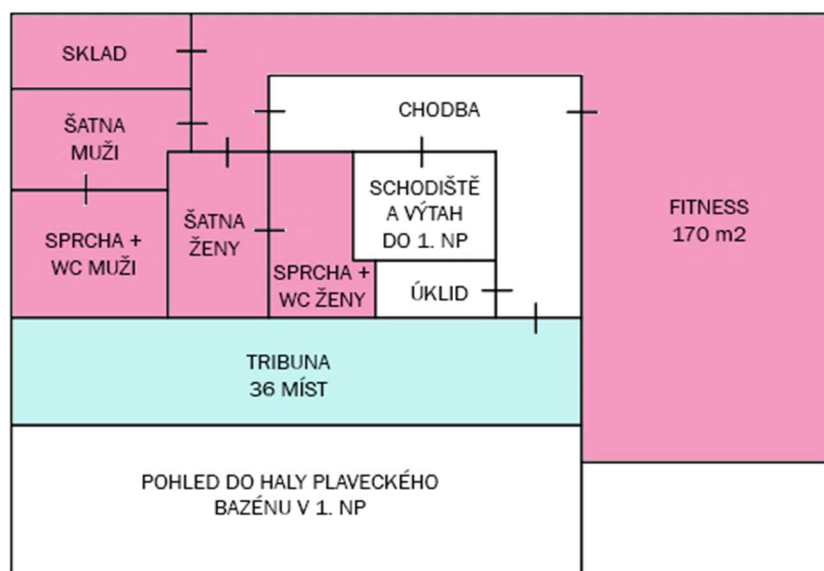
V 1. podzemním podlaží se nacházejí technické místnosti, jako jsou strojovna VZT, rozvodna ÚT, elektrorozvodna, sklady a místnosti pro provoz bazénové technologie, ke kterým patří strojovna vodního hospodářství, akumulární jímky, chemické hospodářství a sklady chemikálií. [2]

Vstup do objektu je v 1. nadzemním podlaží na severozápadní straně budovy. Ze vstupní haly se návštěvník dostane do občerstvení, anebo přes pokladnu a přezouvací zónu k šatnám pro návštěvníky plaveckého bazénu. Plavecká hala má z jihovýchodní a severovýchodní strany prosklenou fasádu. Součástí je plavecký bazén 25 x 12,5 m, brouzdaliště 5,5 x 2,8 m a vířivka 3,3 x 2,6 m. [2]

Ve 2. nadzemním podlaží je fitness s vlastním hygienickým zázemím. Prostor pro cvičení je orientován na jihovýchodní a severozápadní stranu. Dále se tu nachází tribuna s 36 místy pro diváky s výhledem do plavecké haly. [2]



Obr. 2.1 Schéma plaveckého areálu Přelouč 1. NP [2]



Obr. 2.2 Schéma plaveckého areálu Přelouč 2. NP [2]

2.2 Funkční celky a jejich požadavky

Budova je rozdělena do tří funkčních celků, kterými jsou bazén, občerstvení a fitness. Počítá se s průměrným provozem kolem 370 návštěvníků a 12 zaměstnanců denně. Budova je pro návštěvníky otevřena každý den od 7 h do 21 h. Během letních měsíců je provoz bazénu uzavřen, je tedy v provozu okolo 300 dní za rok. Občerstvení a fitness je v provozu po celý rok.

2.2.1 Bazénový provoz

V plaveckém areálu jsou pro návštěvníky k dispozici plavecký bazén, vířivka a brouzdaliště. Každý typ bazénu má odlišné požadavky na výměnu vody, které popisuje vyhláška 238/2011 Sb. o stanovení hygienických požadavků na koupaliště, sauny a hygienické limity písku v pískovištích venkovních hracích ploch.

Největším bazénem v areálu je plavecký bazén s hloubkou vody 1,8 m. Jeho teplota vody se pohybuje okolo 26–28 °C. Úprava vody probíhá pomocí recirkulace, a proto se bazén vypouští a napouští jen dvakrát do roka. Objem bazénu by se měl obměnit alespoň jednou za čtyři hodiny. Znečištění způsobené návštěvníky reguluje ředící voda, které se přidává 30 l na každého koupajícího. Uvažuje se, že plavec potřebuje vodní plochu 5 m². [3]

Vířivka je koupelovým bazénem s teplotou vody vyšší než 28 °C. Bazén o objemu 2–10 m³ je nutné nejméně jednou za dva týdny vypustit a vyčistit. V provozní době by měl být celý objem bazénu vyměněn alespoň jednou za 45 minut. Na každého návštěvníka se uvažuje 45 l ředící vody. [3]

Brouzdaliště je využíváno dětmi, a proto je pro něj typická menší hloubka bazénu, která nesmí přesáhnout 40 cm. Alespoň jednou týdně se musí vypustit a vyčistit. V provozní době by se měl celý objem bazénu vyměnit minimálně jednou za hodinu. Množství ředící vody se uvažuje 60 l na každého koupajícího. Na jedno dítě se počítá 1 m² bazénové plochy. [3]

U všech bazénů probíhá výměna vody pomocí recirkulace. Po mechanickém předčištění následuje koagulační filtrace. Hygienické zabezpečení je zajištěné kombinací UV záření s chlórováním.

2.2.2 Občerstvení

V prvním nadzemním podlaží v severovýchodní části budovy je občerstvení se studenou kuchyní. K dispozici je 35 míst, které jsou využity zejména návštěvníky bazénu a fitness centra. Hygienické zázemí pro návštěvníky je přístupné ze vstupní haly. Ostatní zázemí občerstvení je tvořeno menší kuchyní, šatnou a WC pro zaměstnance.

2.2.3 Fitness

Celoroční využití nabízí fitness centrum ve druhém nadzemním podlaží. Využitelná plocha pro cvičení je 110 m². Pro muže a ženy jsou k dispozici oddělené šatny, sprchy a WC.

2.3 Návštěvnost

Denní návštěvnost je závislá na kapacitě objektu, počtu obyvatel v oblasti, podobných provozech v okolí apod. [4] Počet návštěvníků je důležitý pro zajištění potřebné kapacity budovy, a hlavně u bazénového provozu pro zajištění potřebného množství vody.

2.3.1 Bazénový provoz

Pro optimální provoz bazénu je nutné zajistit dostatečné množství vody, které se řídí počtem návštěvníků. Odhad návštěvníků se může řídit kapacitou vodních ploch. [4] Uvažuje se, že plavec v plaveckém bazénu potřebuje plochu 5 m² vodní plochy. Dítěti v brouzdališti a koupajícímu ve vířivce postačí 1 m² vodní plochy. [3] Dále se musí uvažovat s frekvencí vystřídání koupajících v plaveckém areálu, jejich hodnoty jsou uvedené v tab. 2.1. Pro potřeby výpočtů bazénové technologie a množství vody se zjišťuje průměrná, optimální a maximální návštěvnost. [4]

Tab. 2.1 Otočnost bazénové návštěvnosti [4]

Vodní plochy	maximální otočnost	optimální otočnost	průměrná otočnost
kryté	4,0 - 11,0	2,7 - 4,0	1,6 - 3,6
otevřené	3,0 - 4,8	0,8 - 1,7	0,45 - 0,8

- Plavecký bazén

$$\text{Vodní plocha: } 25 \cdot 12,5 = 312,5 \text{ m}^2$$

$$\text{Kapacita bazénu: } 312,5 / 5 = 62 \text{ osob}$$

$$\text{Průměrná denní návštěvnost: } 62 \cdot 3 = 186 \text{ osob}$$

$$\text{Optimální denní návštěvnost: } 62 \cdot 3,5 = 217 \text{ osob}$$

$$\text{Maximální denní návštěvnost: } 62 \cdot 8 = 496 \text{ osob}$$

- Vířivka

$$\text{Vodní plocha: } 3,3 \cdot 2,6 = 8,6 \text{ m}^2$$

$$\text{Kapacita bazénu: } 8,6 / 1 = 8 \text{ osob}$$

Průměrná denní návštěvnost: $8 \cdot 3 = 24$ osob

Optimální denní návštěvnost: $8 \cdot 3,5 = 28$ osob

Maximální denní návštěvnost: $8 \cdot 8 = 64$ osob

- Brouzdaliště

Vodní plocha: $5,5 \cdot 2,8 = 15,4 \text{ m}^2$

Kapacita bazénu: $15,4 / 1 = 15$ osob

Průměrná denní návštěvnost: $15 \cdot 3 = 45$ osob

Optimální denní návštěvnost: $15 \cdot 3,5 = 53$ osob

Maximální denní návštěvnost: $15 \cdot 8 = 120$ osob

Tab. 2.2 Celková denní návštěvnost v bazénovém provozu

	Plavecký bazén	Vířivka	Brouzdaliště	Celkem
Vodní plocha [m ²]	312,5	8,6	15,4	336,5
Specifická vodní plocha	5 m ² / plavec	1 m ² / koupající	1 m ² / neplavec	
Kapacita návštěvníků	62	8	15	85
Průměrná denní návštěvnost	186	24	45	255
Optimální denní návštěvnost	217	28	53	298
Maximální denní návštěvnost	496	64	120	680

2.3.2 Občerstvení

Pro potřeby pohostinství je navrženo 35 míst. Uvažuji, že by se mohlo na každém místě vystřídat 5 osob za den. Jelikož počet hostů v občerstvení úzce souvisí s návštěvností bazénu, je průměrná a maximální denní návštěvnost počítána ve stejném poměru jako u návštěvnosti bazénu.

Průměrná denní návštěvnost: $175 / 3,5 \cdot 3 = 150$ osob

Optimální denní návštěvnost: $35 \cdot 5 = 175$ osob

Maximální denní návštěvnost: $175 / 3,5 \cdot 8 = 400$ osob

2.3.3 Fitness

Fitness má plochu využitelnou pro cvičení kolem 110 m². Předpokládaná denní návštěvnost bude kolem 35 osob. Tuto hodnotu považuji za optimální, ostatní hodnoty výpočtu jsou ve stejném poměru jako u návštěvnosti v bazéně.

Průměrná denní návštěvnost: $35 / 3,5 \cdot 3 = 30$ osob

Optimální denní návštěvnost: 35 osob

Maximální denní návštěvnost: $35 / 3,5 \cdot 8 = 80$ osob

2.3.4 Celková denní návštěvnost

Jelikož většina hostů, kteří využijí služeb občerstvení, zároveň navštíví i bazén nebo fitness centrum, je těžké stanovit přesný počet lidí, kteří navštíví budovu během jednoho dne. Mohlo by se předpokládat, že při optimálním provozu by se jednalo o přibližně 370 návštěvníků.

Tab. 2.3 Přehled denní návštěvnosti v budově

	Bazénový provoz	Občerstvení	Fitness	Celková návštěvnost
Průměrná denní návštěvnost	255	150	30	317
Optimální denní návštěvnost	298	175	35	370
Maximální denní návštěvnost	680	400	80	846

3 VODY V PLAVECKÉM AREÁLU

3.1 Potřeba pitné a teplé vody

3.1.1 Občerstvení

Doporučený denní objem vody pro restaurace je 7 l na jedno jídlo [5], ale vzhledem k tomu, že se jedná o občerstvení, tak si někteří návštěvníci dají jen něco k pití. Předpokladem je, že si jídlo objedná méně než polovina návštěvníků.

Denní potřeba vody na občerstvení (prům. návštěvnost):
 $150 / 2 \cdot 7 = 525 \text{ l}$

Denní potřeba vody na občerstvení (optim. návštěvnost):
 $175 / 2 \cdot 7 = 613 \text{ l}$

Denní potřeba vody na občerstvení (max. návštěvnost):
 $400 / 2 \cdot 7 = 1\,400 \text{ l}$

3.1.2 Umývání rukou

Každý si po použití toalety umyje ruce. Předpokladem je, že budovu navštíví 50 % mužů a 50 % žen. Každá žena si dojde jednou na záchod, každý muž na pisoár a další 1/3 mužů na záchod.

Podle [5] je objem dávky 3 l na osobu.

Denní potřeba vody na umývání rukou (prům. návštěvnost):
 $(317 + 317 / 2 / 3) \cdot 3 = 1\,110 \text{ l}$

Denní potřeba vody na umývání rukou (optim. návštěvnost):
 $(370 + 370 / 2 / 3) \cdot 3 = 1\,295 \text{ l}$

Denní potřeba vody na umývání rukou (max. návštěvnost):
 $(846 + 846 / 2 / 3) \cdot 3 = 2\,961 \text{ l}$

3.1.3 Sprchování

- Bazénový provoz

Pro sprchování jsou k dispozici tlačítkové sprchy, které mají průtok 10 l/min a dobu výtoku 30 s. Dalo by se předpokládat, že během jedné očištné sprchy zmáčkne návštěvník tlačítko 3x, vyteče tedy 15 l. Pokud tuto očištnou sprchu podstoupí při vstupu i při odchodu, spotřebuje kolem 30 l na sprchování.

Denní potřeba vody na sprchování (prům. návštěvnost):
 $255 \cdot 30 = 7\,650 \text{ l}$

Denní potřeba vody na sprchování (optim. návštěvnost):
 $298 \cdot 30 = 8\,950 \text{ l}$

Denní potřeba vody na sprchování (max. návštěvnost):
 $680 \cdot 30 = 20\,400 \text{ l}$

- Fitness

Návštěvníci se po ukončení cvičení zajdou osprchovat. Každý spotřebuje sprchováním kolem 40 l. [5]

Denní potřeba vody na sprchování (prům. návštěvnost):
 $30 \cdot 40 = 1\,200 \text{ l}$

Denní potřeba vody na sprchování (optim. návštěvnost):
 $35 \cdot 40 = 1\,400 \text{ l}$

Denní potřeba vody na sprchování (max. návštěvnost):
 $80 \cdot 40 = 3\,200 \text{ l}$

3.2 Potřeba provozní vody

3.2.1 Úklid

V bazénovém provozu budou prostory šaten, sprch a přilehlých WC umývány 7x denně. Ostatní prostory budou vytírány 1x denně.

Uvažuji potřebu teplé vody 0,3 l / m². [5]

Denní potřeba vody na úklid (šatny, sprchy, WC – 220 m²):
 $220 \cdot 7 \cdot 0,3 = 462 \text{ l}$

Denní potřeba vody na úklid (1. PP – 430 m²): $430 \cdot 0,3 = 130 \text{ l}$

Denní potřeba vody na úklid (1. NP – 800 m²): $800 \cdot 0,3 = 240 \text{ l}$

Denní potřeba vody na úklid (2. NP – 360 m²): $360 \cdot 0,3 = 108 \text{ l}$

Denní potřeba vody na úklid celkem: 940 l

3.2.2 Splachování

Předpokladem je, že budovu navštíví 50 % mužů a 50 % žen. Každá žena si dojde jednou na záchod, každý muž na pisoár a další 1/3 mužů na záchod. Objem vody potřebný na spláchnutí uvažuji 5 l u záchodu a 2 l u pisoáru.

Denní potřeba vody na splachování (prům. návštěvnost):
 $317 \cdot 4 / 6 \cdot 5 + 317 / 2 \cdot 2 = 1\,377 \text{ l}$

Denní potřeba vody na splachování (optim. návštěvnost):
 $370 \cdot 4 / 6 \cdot 5 + 370 / 2 \cdot 2 = 1\,603 \text{ l}$

Denní potřeba vody na splachování (max. návštěvnost):
 $846 \cdot 4 / 6 \cdot 5 + 846 / 2 \cdot 2 = 3\,666 \text{ l}$

3.2.3 Zalévání zelené

Zezeň kolem budovy zabírá plochu přibližně 1 000 m². Pro potřeby zavlažování, které bude probíhat od dubna do září, uvažuji roční potřebu vody 60 l/m². [6]

Roční potřeba vody na zalévání: $1\,000 \cdot 60 = 60\,000 \text{ l}$

Průměrná denní potřeba vody na zalévání: $60\,000 / 180 = 333 \text{ l}$

3.3 Potřeba vody pro bazénovou technologii

3.3.1 Plnění bazénů a jejich soustav

- Plavecký bazén

Objem vody v plaveckém bazénu: $25 \cdot 12,5 \cdot 1,73 = 540,6 \text{ m}^3$

Objem vody v hydraulické soustavě (odhadem): $19,4 \text{ m}^3$

Objem vody celkem: $V_1 = 560 \text{ m}^3$

Potřeba plnicí vody za rok (vypuštěno 2x): $560 \cdot 2 = 1\,120 \text{ m}^3$

- Vířivka

Objem vody ve vířivce (podle návrhu): $3,3 \cdot 2,6 \cdot 0,4 = 3,4 \text{ m}^3$

Objem vody v hydraulické soustavě (odhadem): $1,6 \text{ m}^3$

Objem vody celkem: $V_3 = 5 \text{ m}^3$

Potřeba plnicí vody za rok (1x za 2 týdny vypuštěno):

$5 \cdot 300 / 14 = 107 \text{ m}^3$

- Brouzdaliště

Objem vody v brouzdališti (podle návrhu): $5,5 \cdot 2,8 \cdot 0,4 = 6,2 \text{ m}^3$

Objem vody v hydraulické soustavě (odhadem): $2,8 \text{ m}^3$

Objem vody celkem: $V_2 = 9 \text{ m}^3$

Potřeba plnicí vody za rok (1x týdně vypuštěno):

$9 \cdot 300 / 7 = 386 \text{ m}^3$

3.3.2 Ředící voda

- Plavecký bazén

Denní potřeba ředící vody (prům. návštěvnost): $186 \cdot 30 = 5\,580 \text{ l}$

Denní potřeba ředící vody (optim. návštěvnost): $217 \cdot 30 = 6\,510 \text{ l}$

Denní potřeba ředící vody (max. návštěvnost): $496 \cdot 30 = 14\,880 \text{ l}$

- Vířivka

Denní potřeba ředící vody (prům. návštěvnost): $24 \cdot 45 = 1\,080 \text{ l}$

Denní potřeba ředící vody (optim. návštěvnost): $28 \cdot 45 = 1\,260 \text{ l}$

Denní potřeba ředící vody (max. návštěvnost): $64 \cdot 45 = 2\,880 \text{ l}$

- Brouzdaliště

Denní potřeba ředící vody (prům. návštěvnost): $45 \cdot 60 = 2\,700 \text{ l}$

Denní potřeba ředící vody (optim. návštěvnost): $53 \cdot 60 = 3\,180 \text{ l}$

Denní potřeba ředící vody (max. návštěvnost): $120 \cdot 60 = 7\,200 \text{ l}$

3.3.3 Doplnková voda

Jedná se o vodu potřebnou pro doplnění bazénového systému. Ztráta vzniká hlavně vypařováním vody z hladiny.

Uvažovaná odpařovaná vlhkost z vodní hladiny během provozu je $180 \text{ g/m}^2\text{h}$. Po skončení otevírací doby se bazén zakryje a uvažuje se odpařená vlhkost jen $8 \text{ g/m}^2\text{h}$. [7]

Vodní plocha: $312,5 + 8,6 + 15,4 = 336,5 \text{ m}^2$

Denní odpařená vlhkost: $180 \cdot 13 + 8 \cdot 11 = 2\,428 \text{ g/m}^2 = 2,4 \text{ l/m}^2$

Denní potřeba doplňkové vody: $2,4 \cdot 336,5 = 817 \text{ l}$

3.3.4 Praní filtrů

Pro zjištění prací vody je nejdříve potřeba navrhnout filtrační zařízení, které zajistí přefiltrování celých objemů bazénů v určitém časovém úseku. Objem bazénu v plaveckém bazénu musí být obměněn alespoň jednou za 4 hodiny, v brouzdališti jednou za hodinu a ve vířivce jednou za 45 minut. [3] Podle intenzity recirkulace se stanoví průtok bazénové vody recirkulačním systémem. Filtrační rychlost by měla dosahovat u veřejného bazénu hodnoty $30 \text{ m}^3/\text{h}/\text{m}^2$, u bazénu pro děti $20 \text{ m}^3/\text{h}/\text{m}^2$. Tyto hodnoty jsou podílem průtoku vody a filtrační plochy. Potřebné množství prací vody je dáno filtrační rychlostí a dobou praní. [8]

Potřeba vody pro praní filtrů:

- Plavecký bazén

Průtok vody: $V_1 / IR = 540,6 / 4 = 135,2 \text{ m}^3/\text{h}$

Potřebná filtrační plocha: $135,2 / 30 = 4,5 \text{ m}^2$

Předpoklad tří stejných filtrů:

$$\text{Plocha jednoho filtru: } 4,5 / 3 = 1,5 \text{ m}^2$$

$$\text{Průměr jednoho filtru: } d_1 = \sqrt{4 \cdot S / \pi} = 1,38 \text{ m} \rightarrow \text{návrh } 1400 \text{ mm}$$

Návrh tří stejných laminátových filtrů Europe s průměrem 1400 mm. Podle výrobce má proplach filtru trvat 7 minut při filtrační rychlosti $50 \text{ m}^3/\text{h}/\text{m}^2$. Zafiltrování pro zabránění průniku nečistot do bazénu bude trvat 3 minuty. [9, 10]

Potřeba vody na praní jednoho filtru:

$$50 \cdot (1,4^2 \cdot \pi / 4) \cdot 7 / 60 = 9 \text{ m}^3$$

Potřeba vody na zafiltrování jednoho filtru:

$$30 \cdot (1,4^2 \cdot \pi / 4) \cdot 3 / 60 = 2,31 \text{ m}^3$$

$$\text{Potřeba vody na praní všech filtrů: } 3 \cdot 9 = 27 \text{ m}^3$$

$$\text{Potřeba vody na zafiltrování všech filtrů: } 3 \cdot 2,31 = 6,93 \text{ m}^3$$

Četnost praní: 1x za 3 dny (filtry budou prány postupně, každý den jeden)

$$\text{Průměrná denní potřeba prací vody: } 27 / 3 = 9 \text{ m}^3$$

$$\text{Průměrná denní potřeba vody na zafiltrování: } 6,93 / 3 = 2,31 \text{ m}^3$$

- Vířivka

$$\text{Průtok vody: } V_3 / IR = 5 / 0,75 = 6,67 \text{ m}^3/\text{h}$$

$$\text{Potřebná filtrační plocha: } 11,87 / 30 = 0,22 \text{ m}^2$$

Předpoklad jednoho filtru:

$$\text{Průměr filtru: } d_3 = \sqrt{4 \cdot S / \pi} = 0,53 \text{ m} \rightarrow \text{návrh } 650 \text{ mm}$$

Návrh laminátového filtru Delta 1000 s průměrem 650 mm. Podle výrobce má proplach filtru trvat 7 minut při filtrační rychlosti $40\text{--}50 \text{ m}^3/\text{h}/\text{m}^2$. Zafiltrování pro zabránění průniku nečistot do bazénu bude trvat 3 minuty. [11, 12]

$$\text{Potřeba vody na praní: } 50 \cdot (0,65^2 \cdot \pi / 4) \cdot 7 / 60 = 1,95 \text{ m}^3$$

$$\text{Potřeba vody na zafiltrování: } 30 \cdot (0,65^2 \cdot \pi / 4) \cdot 3 / 60 = 0,51 \text{ m}^3$$

Četnost praní: 1x za 3 dny (filtr bude vyprán v 1. den)

Průměrná denní potřeba prací vody: $1,95 / 3 = 0,65 \text{ m}^3$

Průměrná denní potřeba vody na zafiltrování: $0,51 / 3 = 0,17 \text{ m}^3$

- Brouzdaliště

Průtok vody: $V_2 / IR = 9 / 1 = 9 \text{ m}^3/\text{h}$

Potřebná filtrační plocha: $9 / 20 = 0,45 \text{ m}^2$

Předpoklad dvou stejných filtrů:

Plocha jednoho filtru: $0,45 / 2 = 0,23 \text{ m}^2$

Průměr jednoho filtru: $d_2 = \sqrt{4 \cdot S / \pi} = 0,54 \text{ m} \rightarrow$ návrh 650 mm

Návrh dvou stejných laminátových filtrů Delta 1000 s průměrem 650 mm. Podle výrobce má proplach filtru trvat 7 minut při filtrační rychlosti 40–50 $\text{m}^3/\text{h}/\text{m}^2$. Zafiltrování pro zabránění průniku nečistot do bazénu bude trvat 3 minuty. [11, 12]

Potřeba vody na praní jednoho filtru:

$50 \cdot (0,65^2 \cdot \pi / 4) \cdot 7 / 60 = 1,95 \text{ m}^3$

Potřeba vody na zafiltrování jednoho filtru:

$30 \cdot (0,65^2 \cdot \pi / 4) \cdot 3 / 60 = 0,51 \text{ m}^3$

Potřeba vody na praní všech filtrů: $2 \cdot 1,95 = 3,90 \text{ m}^3$

Potřeba vody na zafiltrování všech filtrů: $2 \cdot 0,51 = 1,02 \text{ m}^3$

Četnost praní: 1x za 3 dny (filtry budou prány postupně, v 2. a 3. den)

Průměrná denní potřeba prací vody: $3,90 / 3 = 1,30 \text{ m}^3$

Průměrná denní potřeba vody na zafiltrování: $1,02 / 3 = 0,34 \text{ m}^3$

3.4 Bilance potřeby vody

Bilance potřeby vody je závislá na počtu návštěvníků. U denní potřeby vody je uvažováno s optimální návštěvností. Roční potřeba vody je počítána podle průměrné návštěvnosti.

Vypouštění a plnění bazénů není započítáno do denní bilance vzhledem k nárazovému vypouštění.

Tab. 3.1 Bilance potřeby vody

Druh spotřeby vody	Denní potřeba vody [m ³]	Roční potřeba vody [m ³]
Občerstvení	0,61	173,25
Umývání rukou	1,30	366,30
Sprchování – fitness	1,40	432,00
Sprchování – bazénový provoz	8,95	2295,00
Úklid	0,94	310,68
Splachování	1,60	454,41
Zalévání	0,33	60,00
Plnicí voda	-	1613,00
Ředící voda	10,95	2808,00
Doplňková voda	0,82	245,10
Praní filtrů	10,95	3285,00
Zafiltrování filtrů	2,82	846,00

3.5 Dešťová voda

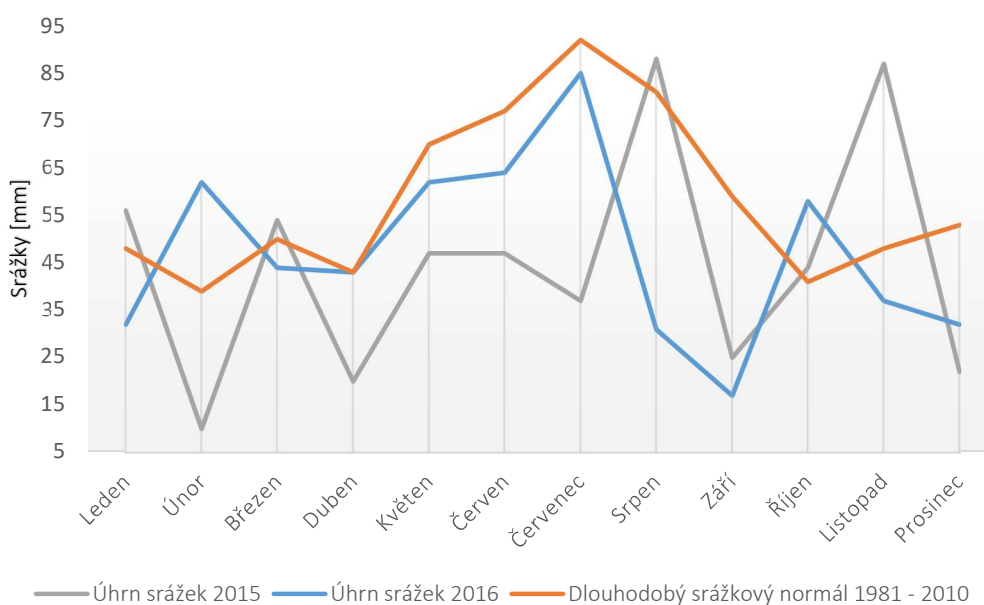
Z ploché střechy se odvádí dešťová voda pomocí střešních vpustí, ze sklonité pomocí okapových svodů. Množství vody je počítáno podle vyhlášky č. 428/2001 Sb. a její přílohy č. 16.

Tab. 3.2 Roční množství dešťové vody

Druh plochy	Plocha m ²	Odtokový součinitel	Redukovaná plocha m ²
Plochá střecha	650	0,9	585
Sklonitá střecha	910	0,9	819
Součet redukovaných ploch:	1404 m ²		
Dlouhodobý srážkový normál:	702 mm/rok, tj. 0,702 m/rok (Pardubický kraj)		

Roční množství odváděných srážkových vod: $Q = 1\,404 \cdot 0,702 = 998 \text{ m}^3$

Graf. 3.1 Úhrn srážek a dlouhodobý srážkový normál v Pardubickém kraji [13]



4 HOSPODAŘENÍ S VODOU – VARIANTY ŘEŠENÍ

Velké objemy vod v plaveckém areálu dávají více možností, jak tuto vodu využít. V následujících odstavcích je uveden původní návrh hospodaření s vodou a další tři navržené varianty.

U každé varianty je popsán způsob využití odpadních vod a přibližná cena za vodné, stočné a ohřev vody. Výpočty tepelných ztrát a dohřívání bazénové vody není zahrnuté v této práci. Ve všech variantách jsou hodnoty podobné, nejsou tedy počítané a důležité pro porovnání variant.

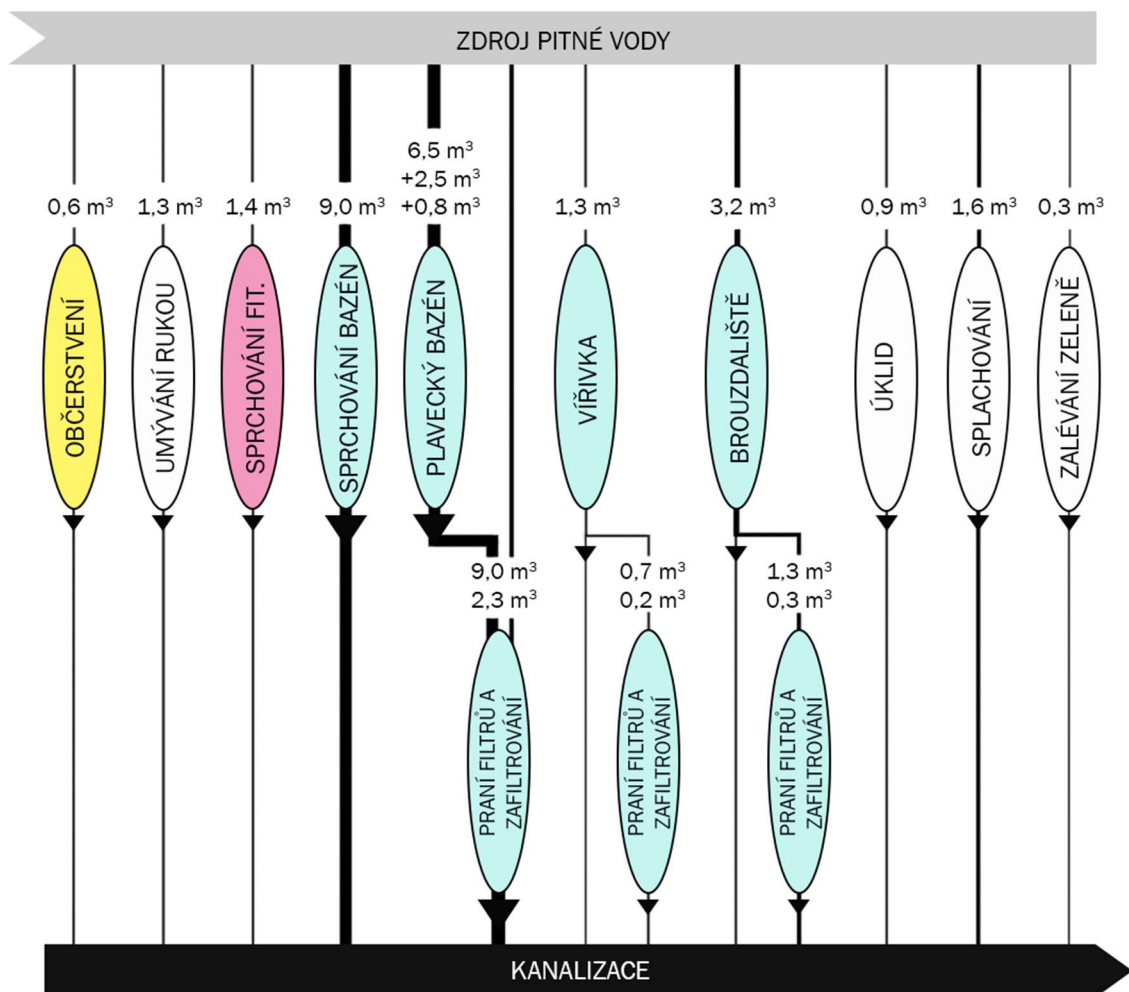
V případě veřejného vodovodu jako zdroje pitné vody je uvažováno s hodnotami pro Pardubický kraj. Ceny platné od 1.1.2017 do 31.12.2017 včetně DPH jsou pro vodné 39,30 Kč/m³ a pro stočné 45,10 Kč/m³. [14]

Cenu za ohřev vody uvažuji 550 Kč / GJ. [15]

4.1 Původní návrh

Největší množství vody je potřebné pro bazénový provoz, ať už se jedná o sprchování, ředění bazénu či praní filtrů. Pro snížení objemu vody se využívá bazénová voda pro praní a zafiltrování filtrů.

Všechna voda je odebírána z veřejného vodovodu (dešťová voda se nevyužívá) a následně odváděná pomocí vnitřní kanalizace do kanalizace veřejné.



Obr. 4.1 Hospodaření s vodou – původní návrh

Druh spotřeby vody	Denní potřeba vody [m3]
Občerstvení	0,61
Umývání rukou	1,30
Sprchování - fitness	1,40
Sprchování - bazénový provoz	8,95
Ředící voda	(6,51 + 2,49) + 1,26 + 3,18
Doplňková voda	0,76 + 0,02 + 0,04
Praní filtrů	9,00 + 0,65 + 1,30
Zafiltrování	2,31 + 0,17 + 0,34
Splachování	1,60
Úklid	0,94
Zalévání zeleně	0,33
Využití ředící vody na praní a zafiltrování filtrů	- (9,00 + 0,82 + 1,64)
Celkem	31,70

Tab. 4.1 Denní potřeba vody (podle optimální návštěvnosti) – původní návrh

4.1.1 Využití bazénové vody pro praní a zafiltrování filtrů

Pro snížení znečištění se bazénová voda ředí. Minimální množství přídavné vody je dáno vyhláškou č. 238/2011 Sb. Plavecký bazén, vířivka i brouzdaliště mají svoje recirkulační okruhy s akumulací nádržemi, kde se postupně připouštěná voda skladuje. V době provozního klidu se naakumulované množství vody využije pro praní filtrů a zároveň u brouzdaliště a vířivky i pro zafiltrování filtrů.

U plaveckého bazénu je množství vody potřebné pro praní a zafiltrování filtrů mnohem větší, než je požadované minimum ředící vody. Proto je bazénová voda využita pouze pro praní filtrů a pro zafiltrování filtrů je přivedena voda z veřejného vodovodu. Aby se zajistilo dostatečné množství prací vody pro filtry v plaveckém bazénu je přidáno více přídavné vody, než je požadované minimum ředící vody. Tento postup zajistí i lepší kvalitu bazénové vody.

U brouzdaliště a vířivky je potřeba vody pro praní a zafiltrování filtrů pokrytá minimálním množstvím ředící vody.

4.1.2 Denní náklady na vodu a ohřev vody

- Vodné a stočné: $31,70 \cdot (39,30 + 45,10) - 0,33 \cdot 45,10 = 2\,661$ Kč
- Ohřev teplé vody (55 °C) - pomocí zásobníkového ohříváče vody se získá teplá voda do sprch, umyvadel, pro úklid a občerstvení. Požadovaná teplota 40 °C vznikne smísením teplé (55 °C) a studené vody (10 °C). Potřebuje se tedy 67 % teplé vody a 33 % studené vody. Uvažuji, že pro občerstvení potřebuji polovinu vody teplé.

$$Q = V \cdot c \cdot \Delta t = 0,67 \cdot (0,61/2 + 1,3 + 1,4 + 8,95 + 0,94) \cdot 4,186 \cdot (55 - 10) = 1\,627 \text{ MJ} = 1,63 \text{ GJ}$$

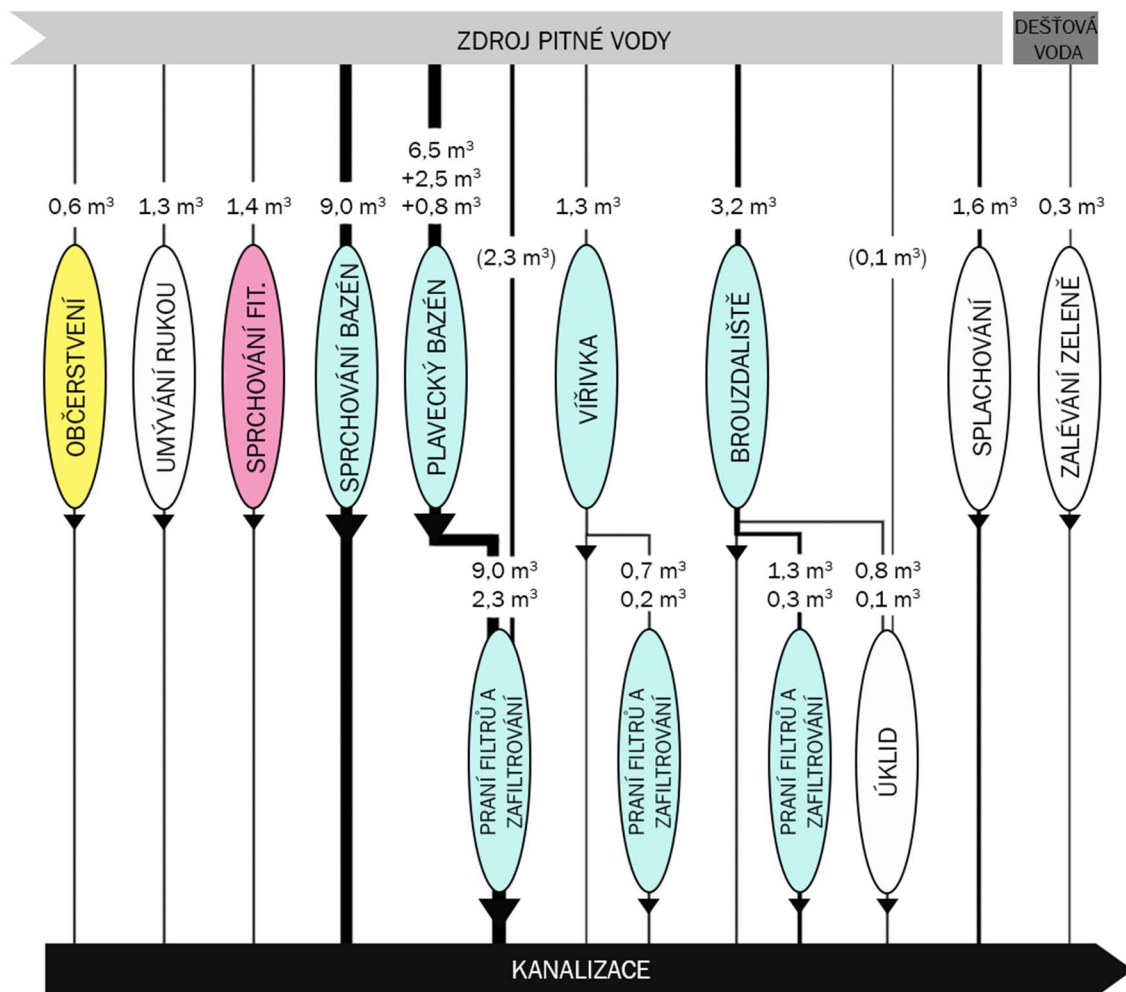
$$1,63 \cdot 550 = 895 \text{ Kč}$$

Náklady celkem: $2\,661 + 895 = 3\,556$ Kč

4.2 Varianta 1

Ředící voda se využívá pro praní a zafiltrování filtrů stejně jako v původním návrhu. Dále našla využití i bazénová voda z brouzdaliště jako úklidová voda. Dešťová voda pokryje potřeby pro zalévání.

Většina vody je odebírána z veřejného vodovodu, pro potřeby zalévání se využije dešťová voda.



Obr. 4.2 Hospodaření s vodou – varianta 1

Druh spotřeby vody	Denní potřeba vody [m3]
Občerstvení	0,61
Umývání rukou	1,30
Sprchování - fitness	1,40
Sprchování - bazénový provoz	8,95
Ředící voda	(6,51 + 2,49) + 1,26 + 3,18
Doplňková voda	0,76 + 0,02 + 0,04
Praní filtrů	9,00 + 0,65 + 1,30
Zafiltrování	2,31 + 0,17 + 0,34
Splachování	1,60
Úklid	0,94
Zalévání zeleně	0,33
Využití ředící vody na praní a zafiltrování filtrů	- (9,00 + 0,82 + 1,64)
Využití bazénové vody z brouzdaliště na úklid	- 0,83
Využití dešťové vody na zalévání	- 0,33
Celkem	30,54

Tab. 4.2 Denní potřeba vody (podle optimální návštěvnosti) – varianta 1

4.2.1 Využití bazénové vody pro praní a zafiltrování filtrů

Stejně řešené jako v 4.1.1.

4.2.2 Využití bazénové vody z brouzdaliště na úklid

Podle požadavků vyhlášky č. 238/2011 Sb. se na každého koupajícího v brouzdališti musí denně obměnit 60 l bazénové vody. Část tohoto množství se akumuluje a využije pro praní a zafiltrování filtrů. Další o něco menší část se skladuje v nádrži a využívá pro úklid. Ohřev vody zajišťují místní ohřívače u zařizovacích předmětů. Akumulační nádrž o rozměrech 0,8 x 0,8 x 2,0 m je umístěna v 1. podzemním podlaží ve strojovně vodního hospodářství. Odtud je voda rozvedena do úklidových místností v 1. podzemním a 1. nadzemním podlaží. Vzhledem k velké vzdálenosti se do 2. nadzemního podlaží přivádí pitná voda.

Odhadovaná cena zařízení (nádrž, místní ohřívače, rozvody, armatury) je kolem 100 000 Kč.

4.2.3 Využití dešťové vody na zalévání zeleně

Vzhledem k dostatečnému množství dešťové vody se může tato voda akumulovat v nádrži a využít pro zalévání. Podzemní nádrž je dimenzovaná tak, aby množství vody na zalévání pokrylo potřebu 3 týdnů. Příkladem může být nádrž o objemu 10 000 l.

Odhadovaná cena zařízení (nádrž, filtrační koš, rozvody) je kolem 150 000 Kč.

4.2.4 Denní náklady na vodu a ohřev vody

- Vodné a stočné: $30,54 \cdot (39,30 + 45,10) = 2\,578$ Kč
- Ohřev teplé vody (55 °C) - pomocí zásobníkového ohříváče vody se získá teplá voda do sprch, umyvadel, pro občerstvení a část i pro úklid. Požadovaná teplota 40 °C vznikne smísením teplé (55 °C) a studené vody (10 °C). Potřebuje se tedy 67 % teplé vody a 33 % studené vody. Uvažuji, že pro občerstvení potřebuji polovinu vody teplé.

$$Q = V \cdot c \cdot \Delta t = 0,67 \cdot (0,61/2 + 1,3 + 1,4 + 8,95 + 0,11) \cdot 4,186 \cdot (55 - 10) = 1\,523 \text{ MJ} = 1,52 \text{ GJ}$$

$$1,52 \cdot 550 = 836 \text{ Kč}$$

- Dohřev vody pro úklid – pomocí místních ohříváčů u zařizovacích předmětů

Uvažuji, že potřeba tepla se sníží na 1/3 oproti původní variantě.

$$Q = 1/3 \cdot 120 = 40 \text{ MJ} = 0,04 \text{ GJ}$$

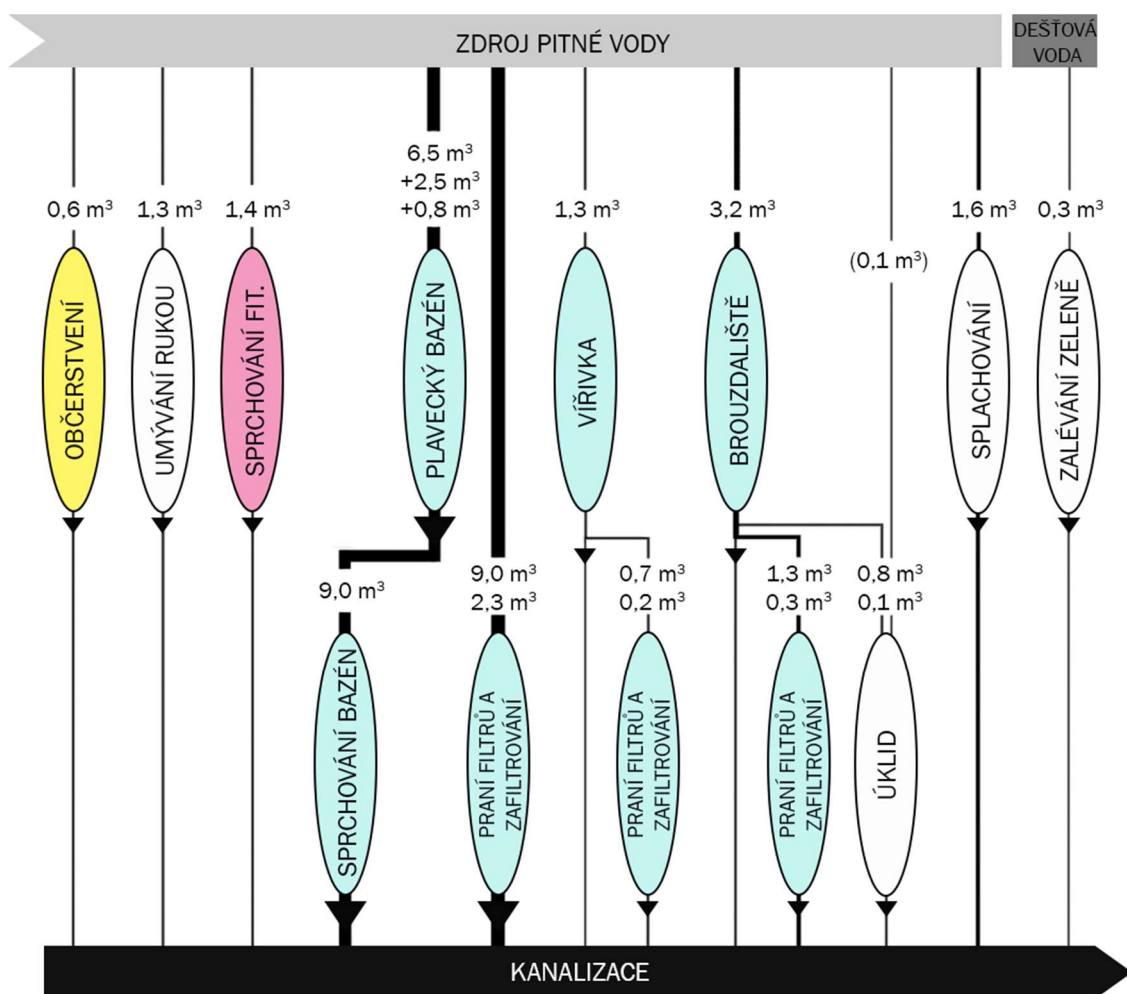
$$0,04 \cdot 550 = 22 \text{ Kč}$$

Náklady celkem: $2\,578 + 836 + 22 = 3\,436$ Kč

4.3 Varianta 2

Bazénová voda je pro praní a zafiltrování filtrů využita v brouzdališti a ve vířivce. Další část bazénové vody z brouzdaliště, která musí být vyměněna podle požadavků na ředění, se akumuluje a využije pro úklid. V plaveckém bazénu se pro praní a zafiltrování filtrů přivádí neohřátá pitná voda. Bazénová voda z tohoto bazénu je dohřívána a odebírána sprchami. Pro zalévání je k dispozici dešťová voda.

Většina vody je odebírána z veřejného vodovodu, pro potřeby zalévání se využije dešťová voda.



Obr. 4.3 Hospodaření s vodou – varianta 2

Druh spotřeby vody	Denní potřeba vody [m3]
Občerstvení	0,61
Umývání rukou	1,30
Sprchování - fitness	1,40
Sprchování - bazénový provoz	8,95
Ředící voda	(6,51 + 2,49) + 1,26 + 3,18
Doplňková voda	0,76 + 0,02 + 0,04
Praní filtrů	9,00 + 0,65 + 1,30
Zafiltrování	2,31 + 0,17 + 0,34
Splachování	1,60
Úklid	0,94
Zalévání zeleně	0,33
Využití ředící vody na praní a zafiltrování filtrů	- (0,82 + 1,64)
Využití bazénové vody z brouzdaliště na úklid	- 0,83
Využití bazénové vody z plav. bazénu do sprch	- 8,95
Využití dešťové vody na zalévání	- 0,33
Celkem	30,59

Tab. 4.3 Denní potřeba vody (podle optimální návštěvnosti) – varianta 2

4.3.1 Využití bazénové vody pro praní a zafiltrování filtrů

Pro snížení znečištění se bazénová voda ředí. Minimální množství přídavné vody je dáno vyhláškou č. 238/2011 Sb. Brouzdaliště i vířivka mají svoje recirkulační okruhy s akumulací nádržemi, kde se postupně připouštěná voda skladuje. V době provozního klidu se naakumulované množství vody využije pro praní a zafiltrování filtrů.

Bazénová voda z plaveckého bazénu není v této variantě využita pro praní ani zafiltrování filtrů. K tomuto účelu se odebírá neohřátá voda z vodovodu.

4.3.2 Využití bazénové vody z brouzdaliště na úklid

Stejně řešené jako v 4.2.2.

4.3.3 Využití bazénové vody z plaveckého bazénu do sprch v bazénovém provozu

Z plaveckého bazénu je po recirkulační úpravě odebíraná bazénová voda pro potřeby sprchování. Voda bude ošetřena UV lampou a dezinfikována chlórem tak, aby hodnota volného chlóru nepřesáhla 0,3 mg/l. Bazénová voda bude ohřívána pomocí zásobníkového ohříváče.

Odhadovaná cena zařízení (zásobníkový ohřev, chemie, UV lampa, AT stanice, rozvody) je kolem 600 000 Kč.

4.3.4 Využití dešťové vody na zalévání zeleně

Stejně řešené jako v 4.2.3.

4.3.5 Denní náklady na vodu a ohřev vody

- Vodné a stočné: $30,59 \cdot (39,30 + 45,10) = 2\,582$ Kč
- Ohřev teplé vody (55 °C) - pomocí zásobníkového ohříváče vody se získá teplá voda do sprch ve fitness, umyvadel, pro občerstvení a částečně pro úklid. Požadovaná teplota 40 °C vznikne smísením teplé (55 °C) a studené vody (10 °C). Potřebuje se tedy 67 % teplé vody a 33 % studené vody. Uvažuji, že pro občerstvení potřebuji polovinu vody teplé.

$$Q = V \cdot c \cdot \Delta t = 0,67 \cdot (0,61/2 + 1,3 + 1,4 + 0,11) \cdot 4,186 \cdot (55 - 10) = 393 \text{ MJ} \\ = 0,39 \text{ GJ}$$

$$0,39 \cdot 550 = 215 \text{ Kč}$$

- Dohřev vody pro úklid – pomocí místních ohříváčů u zařizovacích předmětů. Uvažuji, že potřeba tepla se sníží na 1/3 oproti původní variantě.

$$Q = 1/3 \cdot 120 = 40 \text{ MJ} = 0,04 \text{ GJ}$$

$$0,04 \cdot 550 = 22 \text{ Kč}$$

- Ohřev vody pro sprchování v bazénovém provozu (55 °C) - pomocí zásobníkového ohříváče vody se ohřeje bazénová voda do sprch. Požadovaná teplota 40 °C vznikne smísením ohřáté (55 °C) a bazénové vody (28 °C). Potřebuje se tedy 44 % teplé vody a 56 % bazénové vody o 28 °C.

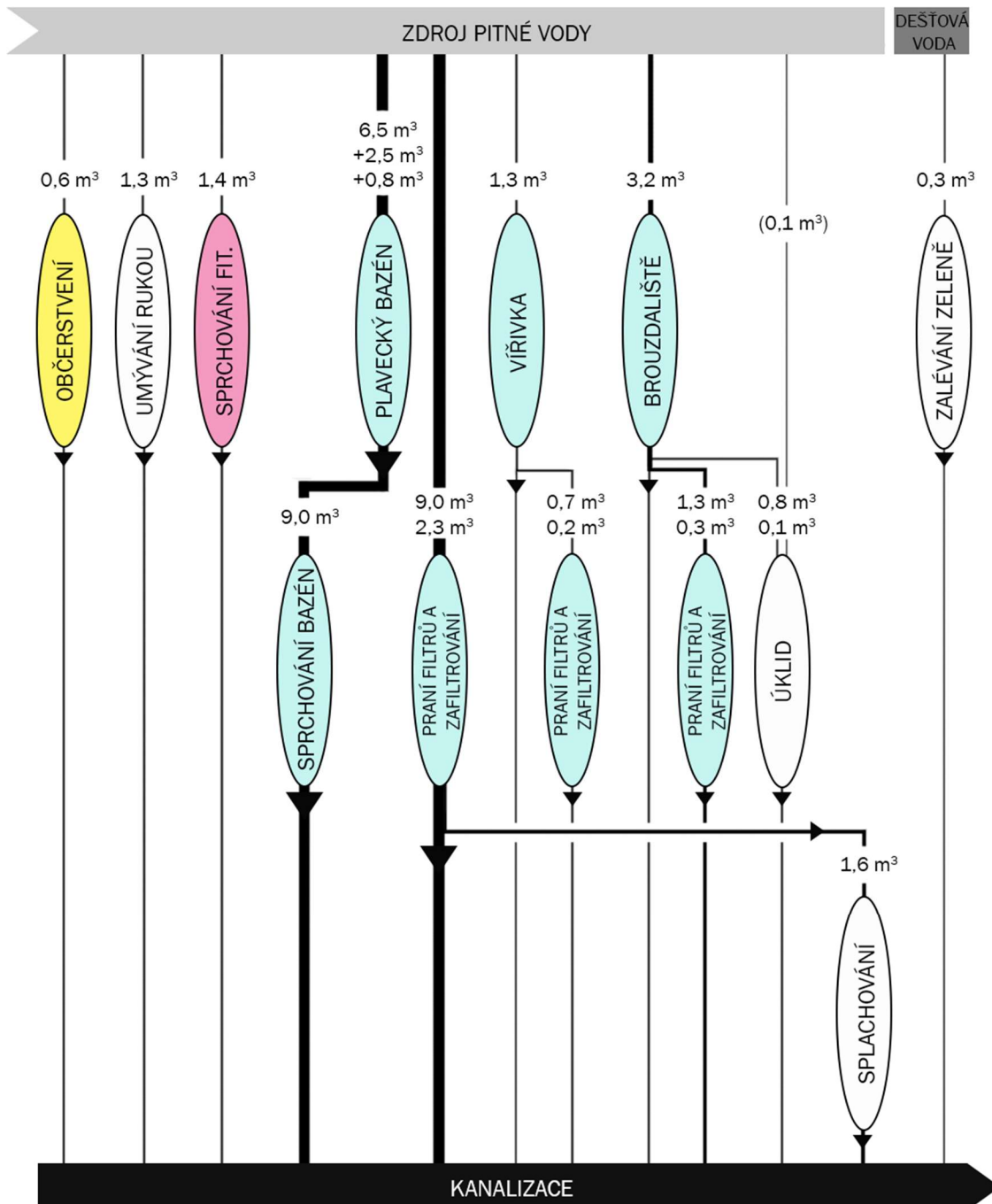
$$Q = V \cdot c \cdot \Delta t = 0,44 \cdot 8,95 \cdot 4,186 \cdot (55 - 28) = 445 \text{ MJ} = 0,45 \text{ GJ}$$

$$0,45 \cdot 550 = 245 \text{ Kč}$$

Náklady celkem: $2582 + 215 + 22 + 245 = 3\,064$ Kč

4.4 Varianta 3

Bazénová voda je pro praní a zafiltrování filtrů využita v brouzdališti a ve vířivce. Další část bazénové vody z brouzdaliště, která musí být vyměněna podle požadavků na ředění, se akumuluje a využívá pro úklid. V plaveckém bazénu se pro praní a zafiltrování filtrů přivádí neohřátá pitná voda. Následně prací voda po pracím procesu v okruhu plaveckého bazénu z části oteče do kanalizace a z části se akumuluje a využije pro splachování.



Obr. 4.4 Hospodaření s vodou – varianta 3

Sprchy v bazénovém provozu jsou zásobovány ohřátou bazénovou vodou z plaveckého bazénu. Pro zalévání je k dispozici dešťová voda.

Většina vody je odebíraná z veřejného vodovodu, pro potřeby zalévání se využije dešťová voda.

Druh spotřeby vody	Denní potřeba vody [m ³]
Občerstvení	0,61
Umývání rukou	1,30
Sprchování - fitness	1,40
Sprchování - bazénový provoz	8,95
Ředící voda	(6,51 + 2,49) + 1,26 + 3,18
Doplňková voda	0,76 + 0,02 + 0,04
Praní filtrů	9,00 + 0,65 + 1,30
Zafiltrování	2,31 + 0,17 + 0,34
Splachování	1,60
Úklid	0,94
Zalévání zeleně	0,33
Využití ředící vody na praní a zafiltrování filtrů	- (0,82 + 1,64)
Využití bazénové vody z brouzdaliště na úklid	- 0,83
Využití bazénové vody z plav. bazénu do sprch	- 8,95
Využití prací vody z plav. bazénu na splachování	- 1,60
Využití dešťové vody na zalévání	- 0,33
Celkem	28,99

Tab. 4.4 Denní potřeba vody (podle optimální návštěvnosti) – varianta 3

4.4.1 Využití bazénové vody pro praní a zafiltrování filtrů

Stejně řešené jako v 4.3.1.

4.4.2 Využití bazénové vody z brouzdaliště na úklid

Stejně řešené jako v 4.2.2.

4.4.3 Využití bazénové vody z plaveckého bazénu do sprch v bazénovém provozu

Stejně řešené jako v 4.3.3.

4.4.4 Využití prací vody z filtrů v plaveckém bazénu na splachování

Nejvíce znečištěná voda ze začátku praní je odvedena do kanalizace. Voda z pozdější fáze se akumuluje v nádrži a následně využívá pro splachování záchodů a pisoárů po celé budově. Akumulační nádrž o rozměrech 1 x 1 x 2,0 m je umístěna v 1. podzemním podlaží ve strojovně vodního hospodářství.

Odhadovaná cena zařízení (nádrž, rozvody, armatury) je kolem 150 000 Kč.

4.4.5 Využití dešťové vody na zalévání zeleně

Stejně řešené jako v 4.2.3.

4.4.6 Denní náklady na vodu a ohřev vody

- Vodné a stočné: $28,99 \cdot (39,30 + 45,10) = 2\,447$ Kč
- Ohřev teplé vody (55 °C) - pomocí zásobníkového ohříváče vody se získá teplá voda do sprch ve fitness, umyvadel, pro občerstvení a částečně pro úklid. Požadovaná teplota 40 °C vznikne smísením teplé (55 °C) a studené vody (10 °C). Potřebuje se tedy 67 % teplé vody a 33 % studené vody. Uvažuji, že pro občerstvení potřebuji polovinu vody teplé.

$$Q = V \cdot c \cdot \Delta t = 0,67 \cdot (0,61/2 + 1,3 + 1,4 + 0,11) \cdot 4,186 \cdot (55 - 10) = 393 \text{ MJ} \\ = 0,39 \text{ GJ}$$

$$0,39 \cdot 550 = 215 \text{ Kč}$$

- Dohřev vody pro úklid – pomocí místních ohříváčů u zařizovacích předmětů. Uvažuji, že potřeba tepla se sníží na 1/3 oproti původní variantě.

$$Q = 1/3 \cdot 120 = 40 \text{ MJ} = 0,04 \text{ GJ}$$

$$0,04 \cdot 550 = 22 \text{ Kč}$$

- Ohřev vody pro sprchování v bazénovém provozu (55 °C) - pomocí zásobníkového ohříváče vody se ohřeje bazénová voda do sprch. Požadovaná teplota 40 °C vznikne smísením ohřáté (55 °C) a bazénové vody (28 °C). Potřebuje se tedy 44 % teplé vody a 56 % bazénové vody o 28 °C.

$$Q = V \cdot c \cdot \Delta t = 0,44 \cdot 8,95 \cdot 4,186 \cdot (55 - 28) = 445 \text{ MJ} = 0,45 \text{ GJ}$$

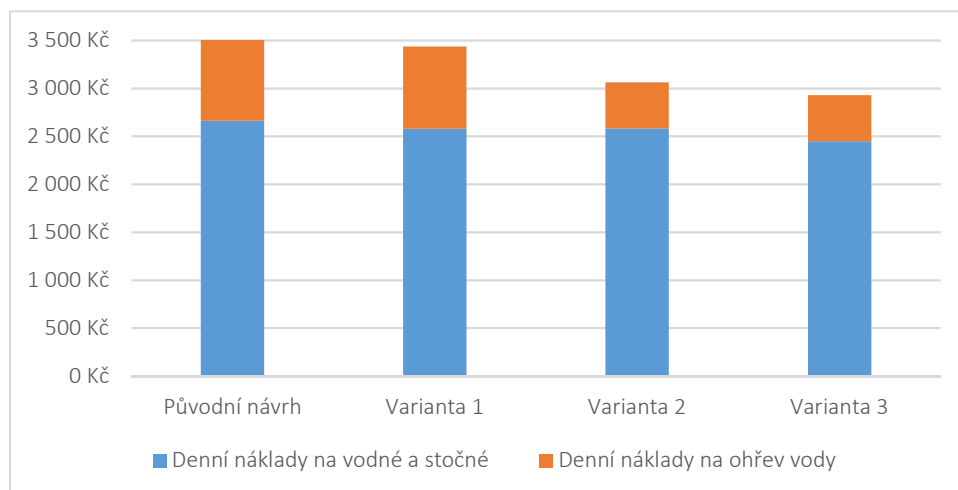
$$0,45 \cdot 550 = 245 \text{ Kč}$$

Náklady celkem: $2447 + 215 + 22 + 245 = 2\,929$ Kč

4.5 Vyhodnocení navržených variant

Všechny navržené varianty mají oproti původní variantě nižší denní náklady. Do těchto nákladů je započítána cena za vodné, stočné a ohřev vody, který nezahrnuje ohřev bazénových vod. Nejnižší náklady jsou u varianty 3.

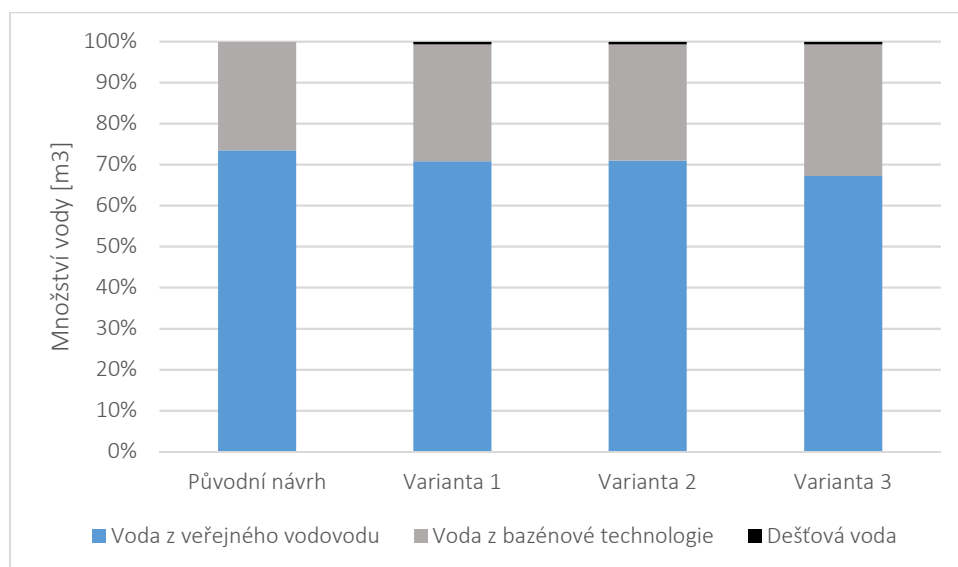
Graf. 4.1 Porovnání denních nákladů



Nižší denní náklady jsou zajištěny tím, že se část odpadní vody znovu využije. V tomto případě jde především o vodu z bazénové technologie. V případě využití teplé bazénové vody se zároveň sníží potřebná energie na ohřev vody.

Zdrojem vody jsou voda z veřejného vodovodu, voda z bazénové technologie a dešťová voda. Největší využití našla odpadní voda u varianty 3.

Graf. 4.2 Využití alternativních zdrojů vody během dne



Pro variantu 1 jsou nejnižší investiční výdaje, ale roční zisk je mnohem nižší než u dalších dvou variant. Proto se jako nejvýhodnější jeví varianta 3 s vyšším ročním ziskem a návratností do 5,3 let. Předpokládá se, že cena pitné vody a energie poroste, což bude mít za následek kratší návratnost.

Tab. 4.5 Porovnání variant a jejich předpokládaná prostá doba návratnosti

Hospodaření s vodou	Denní náklady na vodu a ohřev vody [Kč]	Odhad ceny zařízení [Kč]	Roční úspora [Kč]	Předpokládaná prostá doba návratnosti [roky]
Původní návrh	3556	-	-	-
Varianta 1	3436	250 000	36 000	6,94
Varianta 2	3064	850 000	147 600	5,76
Varianta 3	2929	1 000 000	188 100	5,32

Varianta 3 využívá vodu z bazénové technologie na praní a zafiltrování filtrů, na úklid, sprchování a splachování. Pro potřeby zalévání se využije dešťová voda. Tato varianta je vybraná jako nejvýhodnější a v další části podrobněji rozpracovaná.

5 ROZPRACOVÁNÍ VARIANTY 3 - VODOVOD

5.1 Bilance

5.1.1 Bilance denní potřeby vody

Zdroji vody jsou voda z veřejného vodovodu, voda z bazénové technologie a dešťová voda. Potřeba vody je stanovena podle návštěvnosti, která může být průměrná, optimální a maximální.

Tab. 5.1 Bilance denní potřeby vody – voda z veřejného vodovodu

Voda z veřejného vodovodu	Potřeba vody (průměrná návštěvnost) [l]	Potřeba vody (optimální návštěvnost) [l]	Potřeba vody (maximální návštěvnost) [l]
Občerstvení	525	613	1400
Umývání rukou	1110	1295	2961
Sprchování (fitness)	1200	1400	3200
Ředící voda (bazén)	11850	13440	27450
Doplňková voda (bazén)	817	817	817
Praní a zafiltrování filtrů	11310	11310	11310
Úklid	108	108	108
Celkem	26920	28983	47246

Tab. 5.2 Bilance denní potřeby vody – voda z bazénové technologie

Voda z bazénové technologie	Potřeba vody (průměrná návštěvnost) [l]	Potřeba vody (optimální návštěvnost) [l]	Potřeba vody (maximální návštěvnost) [l]
Sprchování (bazén)	7650	8950	20400
Úklid	832	832	832
Splachování	1377	1603	3666
Praní a zafiltrování filtrů	2460	2460	2460
Celkem	12319	13845	27358

Tab. 5.3 Bilance denní potřeby vody – dešťová voda

Dešťová voda	Potřeba vody [l]
Zalévání zeleně	333
Celkem	333

5.1.2 Bilance roční potřeby vody

Roční potřeba vody je stanovena podle průměrné návštěvnosti.

Tab. 5.4 Bilance roční potřeby vody

Druh spotřeby vody	Roční potřeba vody z veřejného vodovodu [m ³]	Roční potřeba vody z baz. technologie [m ³]	Roční potřeba dešťové vody [m ³]
Občerstvení	173,3	-	-
Umývání rukou	366,3	-	-
Sprchování (fitness)	432,0	-	-
Sprchování (bazén)	-	2295,0	-
Plnicí voda (bazén)	1613,0	-	-
Ředící voda (bazén)	3555,0	-	-
Doplňková voda (bazén)	245,1	-	-
Praní a zafiltrování filtrů	3393,0	738,0	-
Splachování	-	454,4	-
Úklid	38,9	274,6	-
Zalévání zeleně	-	-	60,0
Celkem	9816,5	3762,0	60,0

5.2 Návrh zásobníkového ohřevu vody

5.2.1 Zásobníkový ohřev vody Z1

Zásobníkový ohříváč je navržen s ohledem na maximální návštěvnost. Provoz bazénu je specifický nárazovými odběry teplé vody. Ohříváč tedy musí poskytovat dostatečnou zásobu teplé vody jak pro sprchy, tak i pro ostatní odběry teplé vody.

Potřeba teplé vody pro sprchy (fitness): 3 200 l

Potřeba teplé vody pro umyvadla: 2 961

Potřeba teplé vody na občerstvení: $1\,400/2 = 700$ l

Potřeba teplé vody na úklid: 108 l

Potřeba teplé vody celkem: $6\,969$ l/den = 7 m³/den

Rozbor potřeby vody během dne:

7:00 – 21:00 provoz bazénu, fitness, občerstvení ($3200 + 2961 + 700$ l = $6\,861$ l)

21:00 – 22:00 úklid (108 l)

Potřeba tepla odebraného z ohříváče během dne:

$$Q = V \cdot c \cdot (t_2 - t_1)$$

Q – teoretické teplo odebrané z ohříváče [kWh]

V – celková potřeba teplé vody [m³]

t₂ – teplota teplé vody (předpoklad 55°C)

t₁ – teplota studené vody (předpoklad 10°C)

c – měrná tepelná kapacita vody [c = 4,186 [MJ/(kg · K)]]

$$Q = 7 \cdot 4,186 \cdot (55 - 10)$$

$$Q = 1\,319 \text{ MJ} = 366,4 \text{ kWh}$$

Teplo ztracené při distribuci:

$$Q_z = Q \cdot z$$

Q_z – teplo ztracené při ohřevu a distribuci TV [kWh]

Q – teoretické teplo odebrané z ohříváče [kWh]

z – poměrná ztráta tepla při ohřevu a distribuci TV

$$Q_z = 366,4 \cdot 1 = 366,4 \text{ kWh}$$

Potřeba tepla celkem:

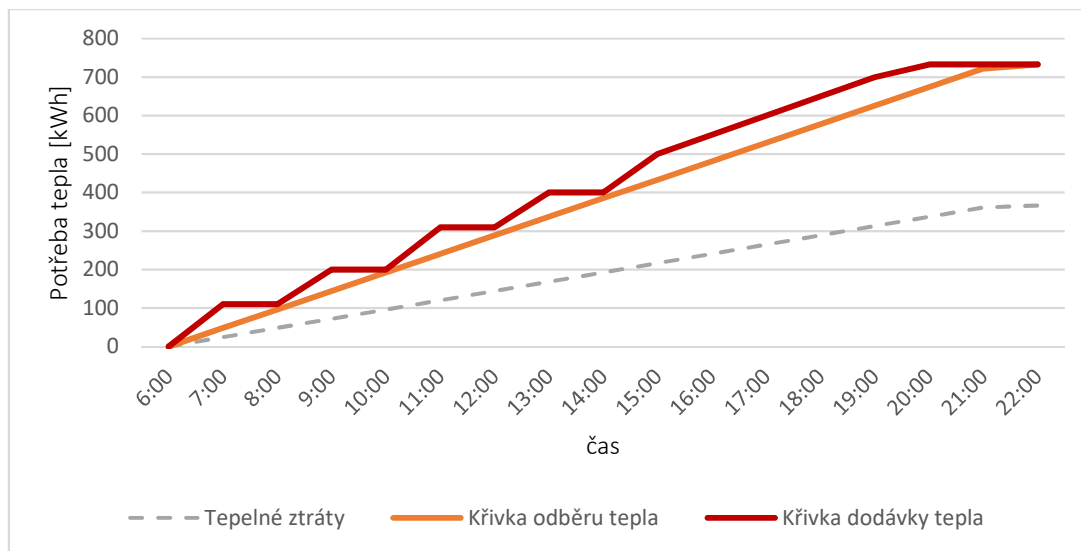
$$Q_c = Q + Q_z = 366,4 + 366,4 = 732,8 \text{ kWh}$$

Rozbor potřeba tepla během dne:

7:00 – 21:00 98,5 % $Q_1 = 0,985 \cdot 732,8 = 721,8 \text{ kWh}$

21:00 – 22:00 1,5 % $Q_2 = 0,015 \cdot 732,8 = 11,0 \text{ kWh}$

Graf. 5.1 Křivka odběru a dodávky tepla



Stanovení objemu zásobníku:

$$V_z = \Delta Q_{\max} / (c \cdot (t_2 - t_1))$$

V_z – objem zásobníku [m^3]

ΔQ_{\max} – max. rozdíl mezi křivkou dodávky a odběru tepla [kWh]

t_2 – teplota teplé vody (předpoklad 55°C)

t_1 – teplota studené vody (předpoklad 10°C)

c – měrná tepelná kapacita vody [$c = 1,163 \text{ kWh}/(\text{m} \cdot \text{K})$]

$$V_z = 75 / (1,163 \cdot 45) = 1,43 \text{ m}^3$$

Návrh:

Zásobníkový ohřivač RBC 1500

Rozměry: průměr 1200 mm, výška 2285 mm

Obsah: 1492 l

5.2.2 Zásobníkový ohřev vody Z2

Zásobníkový ohříváč je navržen s ohledem na maximální návštěvnost. Provoz bazénu je specifický nárazovými odběry teplé vody. Ohříváč tedy musí poskytovat dostatečnou zásobu teplé vody pro sprchy.

Denní potřeba teplé vody pro sprchy (bazén): přibližně 50 % z 20 400 l = 10,2 m³

Rozbor potřeby vody během dne:

7:00 – 21:00 provoz bazénu = 10,2 m³

Potřeba tepla odebraného z ohříváče během dne:

$$Q = V \cdot c \cdot (t_2 - t_1)$$

Q – teoretické teplo odebrané z ohříváče [kWh]

V – celková potřeba teplé vody [m³]

t₂ – teplota teplé vody (předpoklad 55°C)

t₁ – teplota studené vody (předpoklad 10°C)

c – měrná tepelná kapacita vody [c = 4,186 MJ/(kg · K)]

$$Q = 10,2 \cdot 4,186 \cdot (55 - 10) = 1\,533 \text{ MJ}$$

$$Q = 1\,533 \text{ MJ} = 320,3 \text{ kWh}$$

Teplo ztracené při distribuci:

$$Q_z = Q \cdot z$$

Q_z – teplo ztracené při ohřevu a distribuci TV [kWh]

Q – teoretické teplo odebrané z ohříváče [kWh]

z – poměrná ztráta tepla při ohřevu a distribuci TV

$$Q_z = 320,3 \cdot 0,5 = 160,2 \text{ kWh}$$

Potřeba tepla celkem:

$$Q_c = Q + Q_z = 320,3 + 160,2 = 480,5 \text{ kWh}$$

Zásobník ohřívá bazénovou vodou z 28 °C na 55 °C, která se dál rozvede do sprch. Mělo by být zajištěné stálé proplachování zásobníku a voda by tu neměla zůstávat delší dobu. Z toho důvodu je navržený zásobníkový ohříváč RBC 500.

Návrh:

Zásobníkový ohříváč RBC 500

Rozměry: průměr 760 mm, výška 1785 mm

Obsah: 515 l

5.3 Návrh vnitřního vodovodu

5.3.1 Materiál potrubí

Vodovodní přípojka bude z polyethylenu HDPE 100 SDR 11. Vnitřní rozvody pitné, teplé, cirkulační vody i vody z bazénové technologie jsou navrženy z polypropylenového potrubí PPR PN 20. Na potrubí jsou navrženy kompenzátory délkové roztažnosti podle výrobce.

5.3.2 Výpočtový průtok přívodního potrubí

Výpočtový průtok je stanoven podle vztahu pro budovy, kde se předpokládá hromadný a nárazový odběr.

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

Q_A – jmenovitý výtok [l/s]

φ – souč. současnosti odběru vody z výtokových armatur

n – počet výtokových armatur stejného druhu

5.3.3 Výpočtový průtok cirkulace teplé vody

$$Q_C = \sum_{i=1}^m \frac{q_{ti} \cdot l_i}{c_i \cdot \rho_i \cdot \Delta t_i}$$

q_t – délková tepelná ztráta posuzovaného úseku přívodního potrubí [W/m]

l – délka posuzovaného úseku přívodního potrubí [m]

c – měrná tepelná kapacita teplé vody [kJ / (kg K)]

ρ – hustota teplé vody při střední teplotě vody [kg / m³]

Δt – rozdíl teplot mezi teplotou vody na začátku a konci posuzovaného úseku přívodního potrubí [K]

m – počet posuzovaných úseků přívodního potrubí

5.3.4 Stanovení předběžného průměru přívodního potrubí podle rychlosti

$$d_i = 35,7 \sqrt{\frac{Q}{v}}$$

Q – výpočtový průtok [l/s]
v – průtočná rychlost [m/s]

5.3.5 Tlakové ztráty

Tlakové ztráty třením jsou stanoveny podle tabulek výrobce Ekoplastik PPR PN20. Tlakové ztráty místními odpory jsou vypočteny podle následujícího vzorce:

$$\Delta p_F = \sum_{i=1}^m \xi_i \cdot \frac{v_i^2}{2000} \cdot \rho_i$$

ξ – součinitel místního odporu
v – průtočná rychlost [m/s]
 ρ – hustota vody [kg/m³]
m – počet místních odporů

5.3.6 Návrh cirkulačního čerpadla

Cirkulační čerpadlo u zásobníku Z1:

$$H = 1000 \cdot \Delta p / (\rho \cdot g)$$

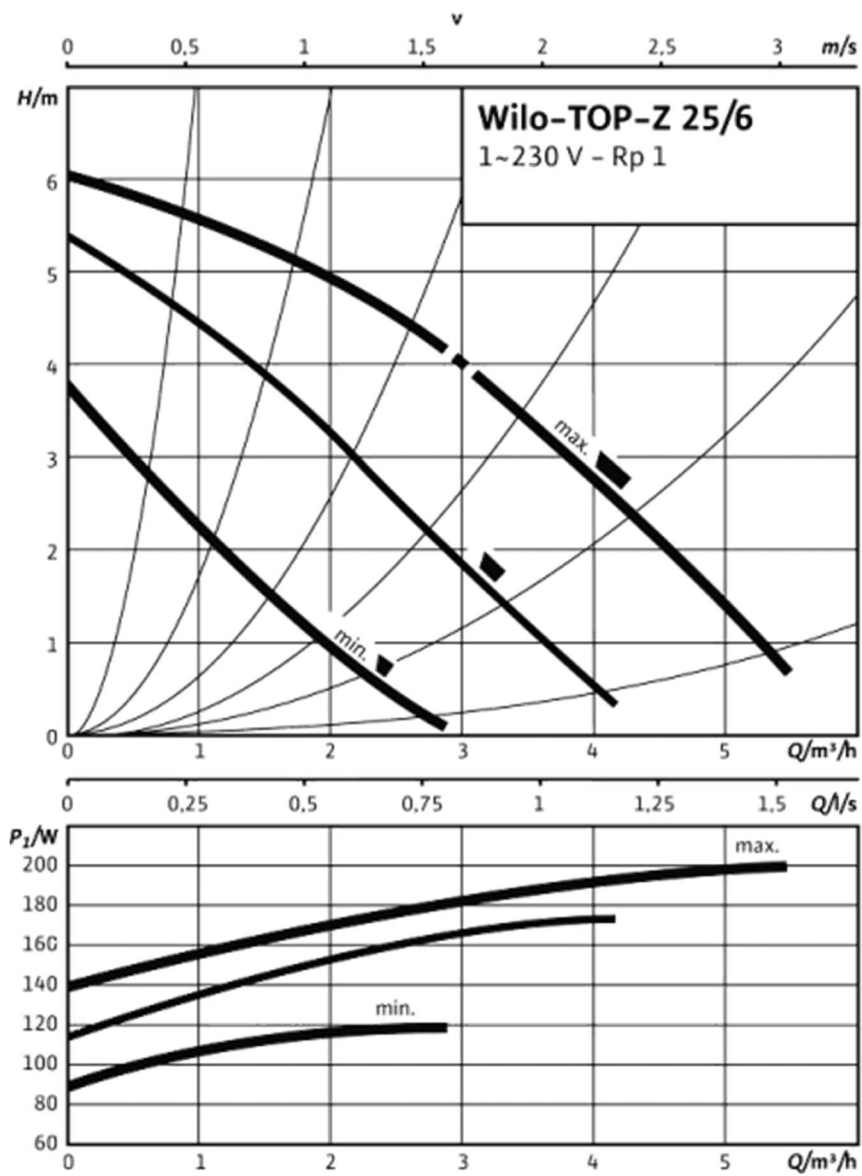
H – nejmenší potřebná výška cirkulačního čerpadla
 Δp – tlakové ztráty vlivem tření a místních odporů [kPa]
 ρ – hustota vody [kg/m³]
g – tíhové zrychlení [m/s²]

$$H = 1000 \cdot 27,10 / (983,2 \cdot 9,81)$$

$$H = 2,8 \text{ m}$$

$$\text{Vypočítaná hodnota průtoku} = 2,5 \text{ m}^3/\text{h}$$

Je navrženo cirkulační čerpadlo Wilo – TOP – Z. Byla zvolena velikost čerpadla 25/6.



Graf 5.2 Karakteristika čerpadla TOP-Z [16]

5.3.7 Dimenzování vnitřního vodovodu napojeného na veřejný vodovod

Tab. 5.5 Studená voda – dimenzování vnitřního vodovodu napojeného na veřejný vodovod

Zař. předmět >	Jmenovitý výtok Qa [l/s]										Výpočet vý průtok Qd	Vnější průměr potrubí d x s	Průměrné rychlosti v	Délka	Tlakové ztráty		Součinitele místního odporu		Tlakové ztráty celkem I, R + Δpf		
	U	P	S	D	V	Vý	l	R	I, R	Σ ζ					Δpf						
Wýtok vody >	0,2	0,15	0,2	0,2	0,2	0,4															
Současnost >	0,8	0,2	1,0	0,3	0,3	0,3															
Úsek od - do	Přibývá Celkem	Přibývá Celkem	Přibývá Celkem	Přibývá Celkem	Přibývá Celkem	Přibývá Celkem															
Studená voda - trasa s největšími tlakovými ztrátami																					
1	V11	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0,06	20,0 x 3,4	0,44	5,1	0,29	1,46	8,2	0,79	2,25	
	V10	0	0	0	1	2	0	0	0	0	0	0,12	20,0 x 3,4	0,88	3,5	0,97	3,41	6,0	2,31	5,71	
	V9	0	0	0	1	3	0	0	0	0	0	0,18	25,0 x 4,2	0,83	5,8	0,67	3,86	6,6	2,28	6,14	
	V8	1	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0,34	32,0 x 5,4	0,96	2,2	0,67	1,47	3,6	1,67	3,14	
	V7	1	2	0	0	3	1	1	0	0	0	0,56	40,0 x 6,7	1,01	1,1	0,51	0,56	3,6	1,83	2,39	
	V6	2	4	0	1	3	0	1	0	0	0	1,08	50,0 x 8,4	1,25	1,0	0,59	0,59	5,1	3,97	4,56	
	V5	1	5	0	0	1	0	3	0	1	0	1,24	63,0 x 10,5	0,90	1,9	0,24	0,46	3,6	1,44	1,90	
	V4	1	6	0	0	1	0	3	0	1	0	1,40	63,0 x 10,5	1,01	1,6	0,30	0,47	2,6	1,33	1,80	
	V3	1	7	0	0	1	2	0	3	0	0	1,76	63,0 x 10,5	1,27	6,7	0,35	2,35	5,6	4,52	6,86	
	V2	3	10	0	0	2	4	0	3	0	0	2,64	75,0 x 12,5	1,34	10,8	0,35	3,78	8,8	7,95	11,73	
	V1	3	13	0	0	4	0	3	0	1	0	3,12	75,0 x 12,5	1,59	1,4	0,47	0,66	4,1	5,18	5,84	
	P2	6	19	0	0	4	0	3	0	1	1	4,20	90,0 x 15,0	1,49	9,1	0,35	3,15	11,5	12,69	15,84	
	P1	0	19	0	0	4	0	3	0	1	0	6,70	90,0 x 15,0	2,37	1,1	0,82	0,90	9,3	26,11	27,01	
																			Tlakové ztráty :		95,17

Zař. předmět >	Jmenovitý výtok Qa [l/s]										Výpočtový průtok	Vnější průměr potrubí	Průtočné rychlosti	Délka	Tlakové ztráty		Součinitele místního odporu		Tlakové ztráty celkem		
	Úsek od - do	U	P	S	D	V	Vý	Qd	l	R					I. R	Σ ζ	Δpf				
		Přibývá	Celkem	Přibývá	Celkem	Přibývá	Celkem			Přibývá					Celkem			[kPa/m]		[kPa]	[kPa]
Výtok vody >	0,2	0,15	0,2	0,2	0,2	0,2	0,4														
Současnost >	0,8	0,2	1,0	0,3	0,3	0,3	0,3														
		Přibývá	Celkem	Přibývá	Celkem	Přibývá	Celkem														
Studená voda - V1																					
1	2	1	0	0	0	0	0	0	0,16	25,0 x 4,2	0,74	4,4	0,54	2,38	5,2	1,42				3,80	
2	3	1	0	0	0	0	0	0	0,32	32,0 x 5,4	0,91	10,7	0,56	5,99	8,8	3,62				9,61	
3	V1	4	0	0	0	0	1	1	1,08	50,0 x 8,4	1,25	15,5	0,59	9,15	8,4	6,54				15,68	
Tlakové ztráty: 29,09																					
4	5	1	0	0	0	0	0	0	0,16	25,0 x 4,2	0,74	0,9	0,54	0,49	1,5	0,41				0,90	
5	6	1	0	0	0	0	0	0	0,32	32,0 x 5,4	0,91	3,3	0,56	1,85	5,1	2,10				3,94	
6	3	1	0	0	0	0	0	0	0,48	32,0 x 5,4	1,36	1,1	1,10	1,21	6,3	5,82				7,03	
Tlakové ztráty: 29,09																					
7	8	1	0	0	0	0	0	0	0,16	25,0 x 4,2	0,74	1,2	0,54	0,65	3,0	0,82				1,47	
8	3	0	0	0	0	0	1	1	0,28	25,0 x 4,2	1,29	2,2	1,30	2,86	5,2	4,35				7,21	
Tlakové ztráty: 28,63																					
Studená voda - V2																					
1	2	1	0	0	0	0	0	0	0,16	25,0 x 4,2	0,74	11,1	0,54	5,99	8,2	2,24				8,23	
2	3	1	0	0	0	0	0	0	0,32	32,0 x 5,4	0,91	2,5	0,56	1,40	5,5	2,26				3,66	
3	V2	1	0	0	0	0	0	0	0,48	32,0 x 5,4	1,36	7,4	1,10	8,14	9,3	8,60				16,74	
Tlakové ztráty: 28,63																					

Zař. předmět >	Jmenovitý výtok Qa [l/s]										Výpočtový průtok Qd	Vnější průměr potrubí d x s	Průtočné rychlosti v	Délka l	Tlakové ztráty		Součinitele místního odporu	Tlakové ztráty celkem I. R + Δpf	
	U	P	S	D	V	Vý	R	I. R	Σ ζ	Δpf									
Výtok vody >	0,2	0,15	0,2	0,2	0,2	0,4													
Současnost >	0,8	0,2	1,0	0,3	0,3	0,3													
Úsek od - do	Celkem	Přibývá	Celkem	Přibývá	Celkem	Přibývá	Celkem	Přibývá	Celkem	Přibývá	Celkem	[mm]	[m/s]	[m]	[kPa/m]	[kPa]		[kPa]	
Studená voda - V3																			
1	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,16	0,74	5,1	0,54	2,75	4,5	1,23	3,98
2	3	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0,32	0,91	3,5	0,56	1,96	5,1	2,10	4,06	
3	4	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0,48	1,36	5,8	1,10	6,38	6,0	5,55	11,93	
4	V3	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0,88	1,58	2,2	1,41	3,10	4,3	5,39	8,49	
																	Tlakové ztráty:		28,46
Studená voda - V4																			
1	2	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0,20	0,92	1,2	0,80	0,96	4,5	1,92	2,88	
2	V4	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0,36	1,02	0,9	0,72	0,65	4,7	2,44	3,09	
																	Tlakové ztráty:		5,98
Studená voda - V5																			
1	V5	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0,16	0,74	3,9	0,54	2,11	6,7	1,83	3,94	
																	Tlakové ztráty:		3,94
Studená voda - V6																			
1	V6	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0,16	0,74	3,2	0,54	1,73	6,7	1,83	3,56	
																	Tlakové ztráty:		3,56

Zař. předmět >	Jmenovitý výtok Qa [l/s]								Výpočet ý průtok [l/s]	Vnější průměr potrubí [mm]	Průtočné rychlosti v [m/s]	Délka l [m]	Tlakové ztráty		Součinitele místního odporu		Tlakové ztráty celkem i. R + Δpf [kPa]	
	U	P	S	D	V	Vý	R	i. R					Σ ζ	Δpf				
Výtok vody >	0,2	0,15	0,2	0,2	0,2	0,2	0,4											
Současnost >	0,8	0,2	1,0	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	Qd									
Úsek od - do	Přibývá Celkem	Přibývá Celkem	Přibývá Celkem	Přibývá Celkem	Přibývá Celkem	Přibývá Celkem	Přibývá Celkem	Přibývá Celkem										
Studená voda - V7																		
1	2	0	0	0	0	0	0	0	0,20	25,0 x 4,2	0,92	0,9	0,80	0,72	4,5	1,92	2,64	
2	3	1	1	0	0	0	0	0	0,36	32,0 x 5,4	1,02	1,4	0,72	1,01	4,3	2,24	3,24	
3	V7	1	2	0	0	1	0	0	0,52	32,0 x 5,4	1,47	3,7	1,33	4,92	3,7	4,01	8,94	
													Tlakové ztráty:					14,82
Studená voda - V8																		
1	2	1	1	0	0	0	0	0	0,16	25,0 x 4,2	0,74	1,5	0,54	0,81	3,0	0,82	1,63	
2	V8	0	1	0	0	0	0	1	0,22	25,0 x 4,2	1,02	1,6	0,98	1,57	3,7	1,91	3,48	
													Tlakové ztráty:					5,11
Studená voda - V9																		
1	V9	1	1	0	0	0	0	0	0,16	25,0 x 4,2	0,74	3,2	0,54	1,73	6,7	1,83	3,56	
													Tlakové ztráty:					3,56
Studená voda - V10																		
1	V10	0	0	0	0	1	1	0	0,06	20,0 x 3,4	0,44	2,7	0,29	0,77	6,7	0,64	1,42	
													Tlakové ztráty:					1,42
Studená voda - V11																		
1	V10	0	0	0	0	1	1	0	0,06	20,0 x 3,4	0,44	3,2	0,29	0,92	9,7	0,93	1,85	
													Tlakové ztráty:					1,85

Tab. 5.6 Teplá voda – dimenzování vnitřního vodovodu napojeného na veřejný vodovod

Zař. předmět >	Jmenovitý výkon Qa [l/s]								Výpočet vý průtok Qd [l/s]	Vnější průměr potrubí d x s [mm]	Průtočné rychlosti v [m/s]	Délka l [m]	Tlakové ztráty		Součinitele místního odporu		Tlakové ztráty celkem I. R + Δpf [kPa]	
	U	P	S	D	V	Vý	R	I. R					Σ ζ	Δpf				
Výtok vody >	0,2	0,15	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,4										
Současnost >	0,8	0,2	1,0	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3										
Úsek od - do	Přibývá Celkem	Přibývá Celkem	Přibývá Celkem	Přibývá Celkem	Přibývá Celkem	Přibývá Celkem	Přibývá Celkem	Přibývá Celkem										
Teplá voda - trasa s největšími tlakovými ztrátami																		
1	V11	0	0	0	0	0	1	1	0	0,06	20,0 x 3,4	0,44	5,1	0,23	1,19	9,7	0,93	2,13
	V11	0	0	0	0	0	1	2	0	0,12	20,0 x 3,4	0,88	3,5	0,81	2,82	6,0	2,31	5,13
	V10	0	0	0	0	0	1	3	0	0,18	25,0 x 4,2	0,83	5,8	0,55	3,20	6,6	2,28	5,48
	V9	1	1	0	0	0	0	3	0	0,34	32,0 x 5,4	0,96	2,2	0,54	1,19	11,1	5,15	6,34
	V8	1	2	0	0	0	0	3	1	0,56	40,0 x 6,7	1,01	1,1	0,43	0,47	5,1	2,59	3,06
	V7	2	4	0	0	1	0	3	0	1,08	50,0 x 8,4	1,25	1,0	0,49	0,49	5,1	3,97	4,46
	V6	1	5	0	0	1	0	3	0	1,24	63,0 x 10,5	0,90	1,9	0,20	0,38	11,1	4,45	4,82
	V5	1	6	0	0	1	0	3	0	1,40	63,0 x 10,5	1,01	1,6	0,25	0,40	10,1	5,16	5,55
	V4	1	7	0	0	1	2	0	0	1,76	63,0 x 10,5	1,27	6,7	0,28	1,88	11,6	9,36	11,24
	V3	3	10	0	0	2	4	0	0	2,64	75,0 x 12,5	1,34	10,8	0,30	3,24	10,3	9,31	12,55
	V2	2	12	0	0	4	0	3	0	2,96	75,0 x 12,5	1,51	1,8	0,36	0,65	10,5	11,93	12,58
	V1a	6	18	0	0	4	0	3	0	4,04	90,0 x 15,0	1,43	5,4	0,28	1,49	11,8	12,05	13,54
Tlakové ztráty:																	86,87	

Zař. předmět > Výtok vody > Současnost >	Jmenovitý výtok Qa [l/s]										Vnější průměr potrubí d x s [mm]	Průměrná rychlost v [m/s]	Délka l [m]	Tlakové ztráty		Součinitele místního odporu		Tlakové ztráty celkem I . R + Δpf [kPa]
	U	P	S	D	V	Vý	Qd		I	R				Σ ζ	Δpf			
							Celkem	Přibývá								[kPa/m]	[kPa]	
Teplá voda - V1																		
1	2	1	1	0	0	0	0	0	0	0,16	25,0 x 4,2	0,74	4,4	0,45	1,96	5,2	1,42	3,38
2	3	1	2	0	0	0	0	0	0	0,32	32,0 x 5,4	0,91	10,7	0,51	5,46	20,8	8,55	14,00
3	V1	4	6	0	0	0	0	0	1	1,08	50,0 x 8,4	1,25	15,5	0,49	7,60	20,4	15,88	23,47
Tlakové ztráty: 40,86																		
4	5	1	1	0	0	0	0	0	0	0,16	25,0 x 4,2	0,74	0,9	0,45	0,40	1,5	0,41	0,81
5	6	1	2	0	0	0	0	0	0	0,32	32,0 x 5,4	0,91	3,3	0,51	1,68	5,1	2,10	3,78
6	3	1	3	0	0	0	0	0	0	0,48	32,0 x 5,4	1,36	1,1	0,95	1,05	6,3	5,82	6,87
Teplá voda - V2																		
7	8	1	1	0	0	0	0	0	0	0,16	25,0 x 4,2	0,74	1,2	0,45	0,54	3,0	0,82	1,36
8	3	0	1	0	0	0	0	0	1	0,28	25,0 x 4,2	1,29	2,2	1,30	2,86	5,2	4,35	7,21
Tlakové ztráty: 15,30																		
1'	3	1	1	0	0	0	0	0	0	0,16	25,0 x 4,2	0,74	13,6	0,45	6,07	4,5	1,23	7,30
3	V2	1	2	0	0	0	0	0	0	0,32	32,0 x 5,4	0,91	7,4	0,51	3,77	10,3	4,23	8,01
Tlakové ztráty: 15,30																		

Zař. předmět >	Jmenovitý výtok Qa [l/s]												Výpočet ý průtok [l/s]	Vnější průměr potrubí [mm]	Průměrné rychlosti [m/s]	Délka [m]	Tlakové ztráty		Součinitele místního odporu		Tlakové ztráty celkem I . R + Δpf [kPa]		
	U	P	S	D	V	Vý	Tlakové ztráty		Součinitele														
	Celkem	Přibývá	Celkem	Přibývá	Celkem	Přibývá	R	I . R	Σ ζ	Δpf													
Výtok vody >	0,2	0,15	0,2	0,2	0,2	0,4																	
Současnost >	0,8	0,2	1,0	0,3	0,3	0,3																	
Úsek od - do	Celkem	Přibývá	Celkem	Přibývá	Celkem	Přibývá	Celkem	Přibývá	Celkem	Přibývá	Celkem	Přibývá	Celkem	Přibývá									
Teplá voda - V3																							
1	2	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,16	25,0 x 4,2	0,74	2,6	0,45	1,16	4,5	1,23	2,39
2	3	1	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,32	32,0 x 5,4	0,91	3,5	0,51	1,79	5,1	2,10	3,88	
3	4	1	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,48	32,0 x 5,4	1,36	5,8	0,95	5,51	6,0	5,55	11,06	
4	V3	0	3	0	0	2	2	0	0	0	0	0	0	0,88	40,0 x 6,7	1,58	2,2	0,98	2,16	4,3	5,39	7,55	
Tlakové ztráty: 24,87																							
Teplá voda - V4																							
1	2	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0,20	25,0 x 4,2	0,92	1,2	0,67	0,80	4,5	1,92	2,72	
2	V4	1	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0,36	32,0 x 5,4	1,02	0,9	0,62	0,56	4,7	2,44	3,00	
Tlakové ztráty: 5,72																							
Teplá voda - V5																							
1	V5	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,16	25,0 x 4,2	0,74	3,9	0,45	1,74	6,7	1,83	3,57	
Tlakové ztráty: 3,57																							
Teplá voda - V6																							
1	V6	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,16	25,0 x 4,2	0,74	3,2	0,45	1,43	6,7	1,83	3,26	
Tlakové ztráty: 3,26																							

Zař. předmět >	Jmenovitý výkon Qa [l/s]										Výpočtový průtok Qd [l/s]	Vnější průměr potrubí d x s [mm]	Průtočné rychlosti v [m/s]	Délka [m]		Tlakové ztráty [kPa/m]		Součinitele místního odporu		Tlakové ztráty celkem I . R + Δpf [kPa]
	U	P	S	D	V	Vý	I	R	Σ ζ	Δpf										
Výtok vody >	0,2	0,15	0,2	0,2	0,2	0,4														
Současnost >	0,8	0,2	1,0	0,3	0,3	0,3	Přibývá	Celkem	Přibývá	Celkem	Přibývá	Celkem								
Úsek od - do	Přibývá	Celkem	Přibývá	Celkem	Přibývá	Celkem	Přibývá	Celkem	Přibývá	Celkem	Přibývá	Celkem								
Teplá voda - V7																				
1	2	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0,20	25,0 x 4,2	0,92	0,9	0,67	0,60	4,5	1,92	2,52
2	3	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0,36	32,0 x 5,4	1,02	1,4	0,62	0,87	4,3	2,24	3,10
3	V7	1	2	0	0	1	0	0	0	0	0	0,52	32,0 x 5,4	1,47	3,7	1,12	4,14	3,7	4,01	8,16
																			Tlakové ztráty:	13,78
Teplá voda - V8																				
1	2	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0,16	25,0 x 4,2	0,74	1,5	0,45	0,67	3,0	0,82	1,49
2	V8	0	1	0	0	0	0	1	1	0	0	0,22	25,0 x 4,2	1,02	1,6	0,81	1,30	3,7	1,91	3,21
																			Tlakové ztráty:	4,70
Teplá voda - V9																				
1	V9	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0,16	25,0 x 4,2	0,74	3,2	0,45	1,43	6,7	1,83	3,26
																			Tlakové ztráty:	3,26
Teplá voda - V10																				
1	V10	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0,06	20,0 x 3,4	0,44	2,7	0,23	0,63	6,7	0,64	1,28
																			Tlakové ztráty:	1,28
Teplá voda - V11																				
1	V10	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0,06	20,0 x 3,4	0,44	3,2	0,23	0,75	9,7	0,93	1,68
																			Tlakové ztráty:	1,68

Tab. 5.7 Cirkulační voda – dimenzování vnitřního vodovodu napojeného na veřejný vodovod

Úsek	Tloušťka tepelné izolace [mm]	Délková tepelná ztráta [W/m]	Tepelná ztráta úseku [W]	Tepelná ztráta větve [W]	$\Delta t_{\text{úsek}}$ [K]	$\Delta t_{\text{větev}}$ [K]	Výpočtový průtok Qd [l/s]	Vnější průměr potrubí d x s [mm]	Průtočné rychlosti v [m/s]	Délka l [m]	Tlakové ztráty [kPa]		Součinitele místního odporu		Tlakové ztráty celkem l. R + Δ pf [kPa]
											R	I. R	$\Sigma \zeta$	Δ pf	
V11 V2	30	7,0	363,30	363,30	0,37	0,37	0,24	32,0 x 5,4	0,68	34,6	0,30	10,38	31,8	7,36	17,74
V2 V1a	30	7,0	19,95	440,97	0,02	0,75	0,28	32,0 x 5,4	0,79	1,9	0,40	0,76	10,1	3,14	3,90
V1a Z1	40	6,8	51,00	711,57	0,03	0,91	0,42	40,0 x 6,7	0,75	5,0	0,26	1,30	14,8	4,16	5,46
Tlakové ztráty: 27,10															
V2-3 V2	30	5,2	57,72	57,72	0,37	0,37	0,04	20,0 x 3,4	0,28	7,4	0,11	0,84	9,3	0,36	1,20
V1-2 V1a	30	6,0	219,60	219,60	0,13	0,13	0,14	25,0 x 3,4	0,53	24,4	0,35	8,56	31,8	4,51	13,07

Tab. 5.8 Cirkulační voda – regulace

Úsek	Tlakové ztráty [kPa]		Regulační ventil
	Tlakové ztráty [kPa]	Regulace [kPa]	
V2-3 - V2	1,20	-16,53	KEMPER Multi-Therm DN 20
V11 - V2	17,74		
V1-2 - V1a	13,07	-8,56	KEMPER Multi-Therm DN 25
V11 - V1a	21,63		

5.3.8 Dimenzování vnitřního vodovodu s vodou určenou ke splachování

Tab. 5.9 Voda určená ke splachování – dimenzování vnitřního vodovodu

Zař. předmět >	Jmenovitý výtok Qa [l/s]		Výpočtový průtok Qd [l/s]	Vnější průměr potrubí d x s [mm]	Průměrná rychlost v [m/s]	Délka l [m]	Tlakové ztráty [kPa]		Součinitele místního odporu $\sum \zeta$	Tlakové ztráty celkem I. R. + Δp_f [kPa]				
	WC	P					R	I. R.						
Výtok vody >	0,15	0,15												
Současnost >	0,2	0,2												
Úsek od - do	Přibývá	Celkem	Qd	[mm]	[m/s]	[m]	[kPa/m]	[kPa]	$\sum \zeta$	Δp_f				
Voda na splachování														
SpV1	SpV2	1	1	0	0	0,03	20,0 x 3,4	0,22	7,2	0,09	0,65	10,5	0,25	0,90
SpV2	SpV3	1	2	0	0	0,06	20,0 x 3,4	0,44	2,6	0,29	0,74	4,8	0,46	1,20
SpV3	SpV4	2	4	0	0	0,12	20,0 x 3,4	0,88	1,1	0,97	1,07	3,0	1,15	2,22
SpV4	SpV5	0	4	1	1	0,15	20,0 x 3,4	1,10	2,8	1,45	4,06	4,1	2,46	6,52
SpV5	SpV6	2	6	0	1	0,21	25,0 x 4,2	0,97	2,4	0,81	1,94	5,1	2,40	4,34
SpV6	SpV7	1	7	0	1	0,24	25,0 x 4,2	1,11	5,8	1,20	6,96	7,1	4,37	11,33
SpV7	SpV8	2	9	1	2	0,33	32,0 x 5,4	0,93	3,0	0,64	1,92	5,5	2,40	4,32
SpV8	A1	8	17	2	4	0,63	40,0 x 6,7	1,13	6,5	0,63	4,10	14,4	9,25	13,35
										Tlakové ztráty:		44,19		
SpV9	SpV10	1	1	0	0	0,03	20,0 x 3,4	0,22	2,1	0,09	0,19	5,2	0,12	0,31
SpV10	SpV11	1	2	0	0	0,06	20,0 x 3,4	0,44	12,1	0,29	3,46	7,8	0,75	4,21
SpV11	SpV12	2	4	0	0	0,12	20,0 x 3,4	0,88	17,5	0,97	17,03	6,3	2,42	19,45
SpV12	SpV8	4	8	2	2	0,30	32,0 x 5,4	0,85	7,3	0,51	3,72	8,5	3,07	6,79
										Tlakové ztráty:		30,77		

5.3.9 Dimenzování vnitřního vodovodu s bazénovou vodou do sprch

Tab. 5.10 Bazénová voda do sprch v bazéne – dimenzování vnitřního vodovodu

Zař. předmět >	Jmenovitý výtok Qa [l/s]		Výpočet ý průtok	Vnější průměr potrubí	Průtočné rychlosti	Délka	Tlakové ztráty		Součinitele místního odporu	Tlakové ztráty celkem	
	S	Celkem					R	I. R			$\sum \zeta$
Výtok vody >	0,2		Qd	d x s	v	l	[kPa/m]	[kPa]	Δp_f	[kPa]	
Současnost >	1,0										
Úsek od - do	Přibývá		[l/s]	[mm]	[m/s]	[m]	[kPa/m]	[kPa]	$\sum \zeta$	[kPa]	
Bazénová voda do sprch											
BV1-1	1	1	0,20	25,0 x 4,2	0,92	0,8	0,67	0,53	3,0	1,28	1,81
BV1-2	1	2	0,40	32,0 x 5,4	1,13	0,8	0,71	0,57	5,1	3,27	3,84
BV1-3	1	3	0,60	40,0 x 6,7	1,08	0,8	0,49	0,39	5,1	2,97	3,37
BV1-4	1	4	0,80	50,0 x 8,4	0,92	0,8	0,28	0,22	5,1	2,18	2,40
BV1-5	1	5	1,00	50,0 x 8,4	1,16	0,8	0,42	0,34	4,1	2,74	3,07
BV1-6	1	6	1,20	50,0 x 8,4	1,39	0,8	0,59	0,47	4,1	3,94	4,41
BV1-7	6	12	2,40	75,0 x 12,5	1,22	0,8	0,28	0,22	5,5	4,11	4,33
BV1-8	0	12	2,40	75,0 x 12,5	1,22	1,9	0,28	0,53	5,2	3,88	4,42
BV1-9	8	20	4,00	90,0 x 15,0	1,41	20,3	0,29	5,95	26,8	26,82	32,77
Tlakové ztráty:										60,42	
BV1-10	1	1	0,20	25,0 x 4,2	0,92	1,1	0,67	0,73	3,0	1,28	2,01
BV1-11	1	2	0,40	32,0 x 5,4	1,13	1,1	0,71	0,78	8,1	5,20	5,98
BV1-12	1	3	0,60	40,0 x 6,7	1,08	1,1	0,49	0,54	8,1	4,72	5,26
BV1-13	1	4	0,80	50,0 x 8,4	0,92	1,1	0,28	0,31	8,1	3,46	3,77
BV1-14	4	8	1,60	63,0 x 10,5	1,15	0,8	0,32	0,25	8,5	5,67	5,92
BV1-15	0	8	1,60	63,0 x 10,5	1,15	1,9	0,32	0,60	5,2	3,47	4,07
Tlakové ztráty:										27,01	

5.3.10 Dimenzování vnitřního vodovodu s bazénovou vodou na úklid

Tab. 5.11 Bazénová voda určená na úklid – dimenzování vnitřního vodovodu

Zař. předmět >	Jmenovitý výtok Qa [l/s]		Výpočtový průtok	Vnější průměr potrubí	Průtočné rychlosti	Délka	Tlakové ztráty		Součinitele místního odporu	Tlakové ztráty celkem	
	V	0,2					R	I . R			∑ ζ
Výtok vody >	0,3		Qd	d x s	v	l	R	I . R		I . R + Δpf	
Současnost >	Celkem		[l/s]	[mm]	[m/s]	[m]	[kPa/m]	[kPa]	∑ ζ	Δpf	
Úsek od - do	Přibývá									[kPa]	
Studená voda - trasa s největšími tlakovými ztrátami											
BV2-1	1	1	0,06	20,0 x 3,4	0,44	3,6	0,23	0,84	6,7	0,64	1,49
BV2-2	1	2	0,12	20,0 x 3,4	0,88	5,1	0,81	4,12	13,4	5,15	9,27
Tlakové ztráty:										10,75	

5.3.11 Dimenzování požárního vodovodu

Navrženy byly hadicové systémy DN25 o délce hadice 30 m.

Požární vodovod bude z ocelového potrubí.

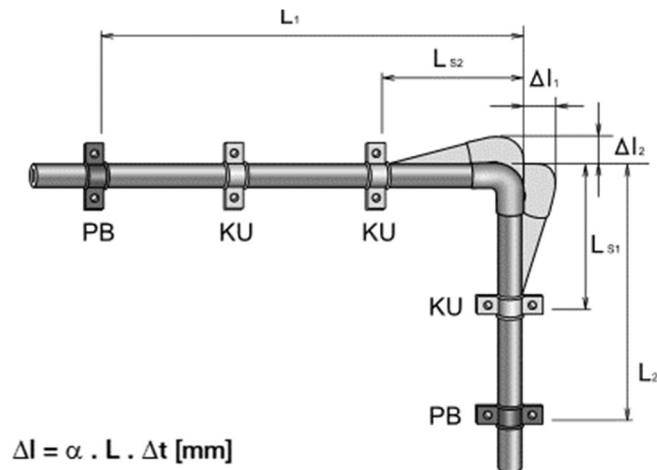
- uvažováno $Q_a = 1 \text{ l/s}$

Tab. 5.12 Dimenzování požárního vodovodu

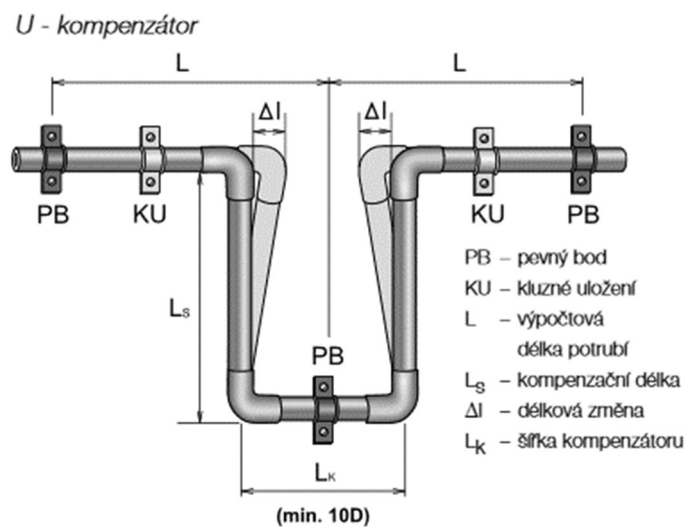
Úsek	Jmenovitý výtok Q_a [l/s]		Výpočtový průtok Q_d	Průměr potrubí DN	Průtočné rychlosti v	Délka l	Tlakové ztráty		Součinitele místního odporu		Tlakové ztráty celkem
	1	Přibývá					R	I . R	$\Sigma \zeta$	Δp_f	
Od	Do		[l/s]	[mm]	[m/s]	[m]	[kPa/m]	[kPa]	[kPa]	Δp_f	[kPa]
Požární vodovod - hlavní větve											
H1	V7 - 3	1	1,00	DN 50	1,16	2,00	0,50	1,00	6,7	4,47	5,47
V7 - 3	V2	1	2,00	DN 63	1,44	26,60	0,56	14,87	14,1	14,69	29,56
V2	P2	1	3,00	DN 75	1,53	10,50	0,50	5,23	12,6	14,71	19,94
										Tlakové ztráty:	54,97
Vedlejší větve											
H2	V7 - 3	1	1,00	DN 50	1,16	1,70	0,50	0,85	6,7	4,47	5,32
H3	V2	1	1,00	DN 50	1,16	15,80	0,50	7,90	11,6	7,74	15,64

5.4 Délková roztažnost a smršťování, návrh kompenzátorů

Výpočet je proveden podle montážního předpisu výrobce. Teplota prostředí v době instalace je uvažována 20 °C. Součinitel teplotní délkové roztažnosti potrubí Ekoplastik PPR je $\alpha = 0,12$.



Obr. 5.1 Kompenzátor délkové roztažnosti [17]



Obr. 5.2 Kompenzátor délkové roztažnosti „U“ [17]

Délková změna

$$\Delta l = \alpha \cdot L \cdot \Delta t \text{ [mm]}$$

Δl – délková změna [mm]

α – součinitel teplotní délkové roztažnosti

L – výpočtová délka (vzdálenost pevných bodů) [m]

Δt – rozdíl teplot při montáži a při provozu

Volná kompenzační délka

$$L_s = k \cdot (D \cdot \Delta l)^{1/2} \text{ [mm]}$$

L_s - kompenzační délka [mm]

k - materiálová konstanta k = 20

D - vnější průměr potrubí [mm]

Δl – délková změna [mm]

Šířka kompenzátoru

$$L_k = 2 \cdot \Delta l + 150 \text{ a zároveň } L_k \geq 10 \cdot D \text{ [mm]}$$

L_k – šířka kompenzátoru [mm]

D – vnější průměr potrubí [mm]

Δl – délková změna [mm]

Kompenzátory byly navrženy na potrubí s větším teplotním rozdílem a s větší délkou beze změn směru.

- „U“ kompenzátor v úseku V1-2 – V1-3

Výpočtová délka L = 3,5 m, DN32

$$\Delta l = 0,12 \cdot 3,5 / 2 \cdot 35 = 7,4 \text{ mm}$$

$$L_s = 310 \text{ mm}$$

$$L_k = 165 < 320 \text{ mm}$$

- „U“ kompenzátor v úseku V1-2 – V1-3

Výpočtová délka L = 2,9 m, DN32

$$\Delta l = 0,12 \cdot 2,9 / 2 \cdot 35 = 6,9 \text{ mm}$$

$$L_s = 280 \text{ mm}$$

$$L_k = 165 < 320 \text{ mm}$$

- „U“ kompenzátor v úseku V1-3 – V1-4

Výpočtová délka L = 14,8 m, DN50

Návrh dvou „U“ kompenzátorů

$$\Delta l = 0,12 \cdot 7,4 / 2 \cdot 35 = 15,5 \text{ mm}$$

$$L_s = 560 \text{ mm}$$

$$L_k = 182 < 500 \text{ mm}$$

- „U“ kompenzátor v úseku V1 – V2

$$\text{Výpočtová délka } L = 1,9 \text{ m, DN50}$$

$$\Delta l = 0,12 \cdot 1,9 / 2 \cdot 35 = 4,0 \text{ mm}$$

$$L_s = 283 \text{ mm}$$

$$L_k = 158 < 500 \text{ mm}$$

- „U“ kompenzátor v úseku V3 – V4

$$\text{Výpočtová délka } L = 4,2 \text{ m, DN63}$$

$$\Delta l = 0,12 \cdot 4,2 / 2 \cdot 35 = 8,8 \text{ mm}$$

$$L_s = 472 \text{ mm}$$

$$L_k = 168 < 630 \text{ mm}$$

- „U“ kompenzátor v úseku V4 – V5

$$\text{Výpočtová délka } L = 1,5 \text{ m, DN63}$$

$$\Delta l = 0,12 \cdot 1,5 / 2 \cdot 35 = 3,2 \text{ mm}$$

$$L_s = 282 \text{ mm}$$

$$L_k = 156 < 630 \text{ mm}$$

- „U“ kompenzátor v úseku V5 – V6

$$\text{Výpočtová délka } L = 2,8 \text{ m, DN63}$$

$$\Delta l = 0,12 \cdot 2,8 / 2 \cdot 35 = 5,9 \text{ mm}$$

$$L_s = 385 \text{ mm}$$

$$L_k = 162 < 630 \text{ mm}$$

- „U“ kompenzátor v úseku V8 – V9

$$\text{Výpočtová délka } L = 3,4 \text{ m, DN32}$$

$$\Delta l = 0,12 \cdot 3,4 / 2 \cdot 35 = 7,1 \text{ mm}$$

$$L_s = 302 \text{ mm}$$

$$L_k = 164 < 320 \text{ mm}$$

- „U“ kompenzátor v úseku vnitřního vodovodu s vodou do bazénových sprch

$$\text{Výpočtová délka } L = 5,5 \text{ m, DN90}$$

$$\Delta l = 0,12 \cdot 5,5 / 2 \cdot 35 = 11,6 \text{ mm}$$

$$L_s = 645 \text{ mm}$$

$$L_k = 173 < 900 \text{ mm}$$

6 ROZPRACOVÁNÍ VARIANTY 3 – KANALIZACE

6.1 Bilance

6.1.1 Bilance odtoku splaškových vod

Voda přivedená vodovodní přípojkou do objektu je zpětně odvedena kanalizačním potrubím.

Denní potřeba vody z veřejného vodovodu (optimální návštěvnost):

$$Q_p = 29 \text{ m}^3/\text{den}$$

Roční potřeba vody z veřejného vodovodu: $Q_r = 9\,817 \text{ m}^3/\text{rok}$

6.1.2 Bilance odtoku dešťových vod

Podle 3.5 je roční množství odváděných srážkových vod 998 m^3 . Z tohoto množství je 60 m^3 využito na zalévání. Zbýlých 938 m^3 dešťové vody je odváděno do dešťové kanalizace.

6.2 Návrh splaškové kanalizace

6.2.1 Materiál potrubí

Připojovací, odpadní a svodné potrubí uvnitř budovy je provedené ze systému PP-HT. Svodné potrubí vedené v základech objektu je z tlustostěnných hrdlových PVC trub – KG systému.

6.2.2 Zařizovací předměty

Tab. 6.1 Zařizovací předměty

Zařizovací předmět	Označení v projektu	Výpočtový odtok DU [l/s]
Umyvadlo	U	0,5
Záchodová mísa	WC	2,0
Pisoár	P	0,5
Sprcha	S	0,6
Kuchyňský dřez	D	0,8
Výlevka	V	1,5
Podlahová vpusť DN 100	Vp1	2,0
Podlahová vpusť DN 70	Vp2	1,5

6.2.3 Výpočtový průtok splaškových vod

Pro výpočet průtoků splaškových vod jsou k dispozici čtyři systémy. U nás se používá nejvíce systém I, a proto je v této práci použit pro dimenzování kanalizace. [5]

Průtok splaškových odpadních vod:

$$Q_{ww} = K \cdot \sqrt{\Sigma DU} \text{ [l/s]}$$

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

ΣDU – součet výpočtových odtoků

Pro skupiny zařizovacích předmětů s nárazovým odběrem vody je součinitel odtoku 1.

6.2.4 Dimenzování splaškové kanalizace

Tab. 6.2 Dimenzování splaškové kanalizace

S1	Připojovací potrubí	Σ DU (systém I)	Q _{ww}	DU max	DN (OD)	Q _{max}
	P1	0,8	0,894	0,8	75	1,5
	1 - 2NP	0,8	0,894	0,8	75	1,5
	P2	0,8	0,894	0,8	75	1,5
	P3	0,8	0,894	0,8	75	1,5
	1 - 1NP	2,4	1,549	0,8	110	4

S2	Připojovací potrubí	Σ DU (systém I)	Q _{ww}	DU max	DN (OD)	Q _{max}
	P1	1,5	1,225	1,5	75	1,5
	P2	2	1,414	2	110	2,5
	2 - 2NP	3,5	1,871	2	110	4
	P3	2	1,414	2	110	2,5
	P4	0,5	0,707	0,5	50	0,8
		2,5	1,581	2	110	2,5
	2 - 1NP	8	2,828	2	110	4

S3	Připojovací potrubí	Σ DU (systém I)	Q _{ww}	DU max	DN (OD)	Q _{max}
	P1	0,6	0,775	0,6	75	1,5
	P2	0,5	0,707	0,5	50	0,8
	3 - 2NP	1,1	1,049	0,6	75	1,5
	P3	0,5	0,707	0,5	50	0,8
	P4	0,5	0,707	0,5	50	0,8
	3 - 1NP	2,1	1,449	0,6	110	4

S4	Připojovací potrubí	Σ DU (systém I)	Q _{ww}	DU max	DN (OD)	Q _{max}
	P1	0,5	0,707	0,5	50	0,8
		2,5	1,581	2	110	2,5
	4 - 2NP	2,5	1,581	2	110	4
	P2	0,5	0,707	0,5	50	0,8
		2,5	1,581	2	110	2,5
	P3	0,5	0,707	0,5	50	0,8
		2,5	1,581	2	110	2,5
	4 - 1NP	7,5	2,739	2	110	4

S5	Připojovací potrubí	Σ DU (systém I)	Q _{ww}	DU max	DN (OD)	Q _{max}
	P1	0,5	0,707	0,5	50	0,8
		2,5	1,581	2	110	2,5
	P2	0,5	0,707	0,8	50	0,8
	5 - 2NP	3	1,732	2	110	4
	P3	0,5	0,707	0,5	50	0,8
		2,5	1,581	2	110	2,5
	5 - 1NP	5,5	2,345	2	110	4

S6	Připojovací potrubí	Σ DU (systém I)	Q _{ww}	DU max	DN (OD)	Q _{max}
	P1	0,5	0,707	0,5	50	0,8
		1	1,000	0,5	75	1,5
		3	1,732	2	110	2,5
		3,6	1,897	2	110	2,5
	P2	0,6	0,775	0,6	75	1,5
	6 - 2NP, 1NP	4,2	2,049	2	110	4

S7	Připojovací potrubí	Σ DU (systém I)	Q _{ww}	DU max	DN (OD)	Q _{max}
	7 - 1NP	1,5	1,225	1,5	110	4

S8	Připojovací potrubí	Σ DU (systém I)	Q _{ww}	DU max	DN (OD)	Q _{max}
	8 - 1NP	1,5	1,225	1,5	110	4

S9	Připojovací potrubí	Σ DU (systém I)	Q _{ww}	DU max	DN (OD)	Q _{max}
	9 - 1NP	1,5	1,225	1,5	110	4

S10	Připojovací potrubí	Σ DU (systém I)	Q _{ww}	DU max	DN (OD)	Q _{max}
	P1	0,5	0,707	0,5	50	0,8
	10 - 1NP, 1PP	0,5	0,707	0,5	75	1,5

S11	Připojovací potrubí	Σ DU (systém I)	Q _{ww}	DU max	DN (OD)	Q _{max}
	P1	2	1,414	2	110	2,5
	11 - 1NP, 1PP	2	1,414	2	110	4

S12	Připojovací potrubí	Σ DU (systém I)	Q _{ww}	DU max	DN (OD)	Q _{max}
	P1	2	1,414	2	110	2,5
	P2	0,5	0,707	0,5	50	0,8
		1	1,000	0,5	75	1,5
	P3	0,5	0,707	0,5	50	0,8
	12 - 1NP	3	1,732	2	110	4

S13	Připojovací potrubí	Σ DU (systém I)	Q _{ww}	DU max	DN (OD)	Q _{max}
	13 - 1NP	1,5	1,225	1,5	75	1,5

S14	Připojovací potrubí	Σ DU (systém I)	Q _{ww}	DU max	DN (OD)	Q _{max}
	P1	2	1,414	2	110	2,5
	P2	0,5	0,707	0,5	50	0,8
		2,5	1,581	2	110	2,5
	14 - 1NP	4,5	2,121	2	110	4

S15	Připojovací potrubí	Σ DU (systém I)	Q _{ww}	DU max	DN (OD)	Q _{max}
	15 - 1NP	1,5	1,225	1,5	75	1,5

S16	Připojovací potrubí	Σ DU (systém I)	Q _{ww}	DU max	DN (OD)	Q _{max}
	16 - 1NP, 1PP	2	1,414	2	110	4

S17	Připojovací potrubí	Σ DU (systém I)	Q _{ww}	DU max	DN (OD)	Q _{max}
	17 - 1NP, 1PP	2	1,414	2	110	4

S18	Připojovací potrubí	Σ DU (systém I)	Q _{ww}	DU max	DN (OD)	Q _{max}
	18 - 1NP	1,5	1,225	1,5	75	1,5
	19 - 1NP	1,5	1,225	1,5	75	1,5
	18 - 1PP	3	1,732	1,5	110	4

S19	Připojovací potrubí	Σ DU (systém I)	Q _{ww}	DU max	DN (OD)	Q _{max}
	19 - 1NP	1,5	1,225	1,5	75	1,5

S20	Připojovací potrubí	Σ DU (systém I)	Q _{ww}	DU max	DN (OD)	Q _{max}
	P1	2	1,414	2	110	2,5
	P2	0,5	0,707	0,5	50	0,8
	20 - 1NP	2,5	1,581	2	110	4
	21 - 1NP	3	1,732	2	110	2,5
	P3	0,5	0,707	0,5	50	0,8
		1	1,000	0,5	75	1,5
	20 - 1PP	6,5	2,550	2	110	4

S21	Připojovací potrubí	Σ DU (systém I)	Q _{ww}	DU max	DN (OD)	Q _{max}
	P1	2	1,414	2	110	2,5
	P2	0,5	0,707	0,5	50	0,8
		1	1,000	0,5	75	1,5
	21 - 1NP	3	1,732	2	110	4

S22	Připojovací potrubí	Σ DU (systém I)	Q _{ww}	DU max	DN (OD)	Q _{max}
	22 - 1NP, 1PP	1,5	1,225	1,5	75	1,5

S23	Připojovací potrubí	Σ DU (systém I)	Q _{ww}	DU max	DN (OD)	Q _{max}
	P1	2	1,414	2	110	2,5
	P2	0,5	0,707	0,5	50	0,8
	23 - 1NP	2,5	1,581	2	110	4
	P3	1,5	1,225	1,5	75	1,5
		2	1,414	1,5	110	2,5
	P4	2	1,414	2	110	2,5
	23 - 1PP	6,5	2,550	2	110	4

S24	Připojovací potrubí	Σ DU (systém I)	Q _{ww}	DU max	DN (OD)	Q _{max}
	24 - 1PP	1,5	1,225	1,5	75	1,5

S25	Připojovací potrubí	Σ DU (systém I)	Q _{ww}	DU max	DN (OD)	Q _{max}
	25 - 1PP	3	1,732	3	110	4

L1	Svodné potrubí	ΣDU (systém I)	Q _{ww} [l/s]	Q _{max} [l/s]	DN (OD)
	S1 - S7'	2,4	1,549	4,4	110
	S7 - S7'	1,5	1,225	4,4	110
	S7' - S2'	3,9	1,975	4,4	110
	S2 - S2'	8	2,828	4,4	110
	S2' - S3'	11,9	3,450	4,4	110
	S3 - S3'	2,1	1,449	4,4	110
	S3' - S4'	14	3,742	4,4	110
	S4 - S4'	7,5	2,739	4,4	110
	S4' - S8'	21,5	4,637	7,1	125
	S8 - S9'	1,5	1,225	4,4	110
	S9 - S9'	1,5	1,225	4,4	110
	S9' - S8'	3	1,732	4,4	110
	S8' - S5'	24,5	4,950	7,1	125
	S5 - S5'	5,5	2,345	4,4	110
	S5' - S25	30	5,477	7,1	125
	S6 - S25	4,2	2,049	4,4	110
	S25	34,2	5,848	7,1	125

L2	Svodné potrubí	ΣDU (systém I)	Q _{ww} [l/s]	Q _{max} [l/s]	DN (OD)
	S12 - S13'	3	1,732	4,4	110
	S13 - S13'	1,5	1,225	4,4	110
	S13' - S14'	4,5	2,121	4,4	110
	S14 - S14'	4,5	2,121	4,4	110
	S14' - S15'	9	3,000	4,4	110
	S15 - S15'	1,5	1,225	4,4	110
	S15' - S26	10,5	3,240	4,4	110

L3	Svodné potrubí	ΣDU (systém I)	Q _{ww} [l/s]	Q _{max} [l/s]	DN (OD)
	S11 - S10'	2	1,414	4,4	110
	S10 - S10'	0,5	0,707	4,4	110
	S10' - S25'	2,5	1,581	4,4	110
	25 - S25'	34,2	5,848	7,1	125
	S25' - S26	36,7	6,058	7,1	125
	S26 - S16'	47,2	6,870	7,1	125
	S16 - S16'	2	1,414	4,4	110
	S16' - S17'	49,2	7,014	7,1	125
	S17 - S17'	2	1,414	4,4	110
	S17' - S18'	51,2	7,155	7,1	125
	S18 - S18'	3	1,732	4,4	110
	S18' - S24'	54,2	7,362	13,3	160
	S24 - S20'	1,5	1,225	4,4	110
	S20 - S20'	6,5	2,550	4,4	110
	S20' - S24'	8	2,828	4,4	110
	S24' - S27'	62,2	7,887	13,3	160
	S27 - S27'	3	1,732	4,4	110
	S27' - S23'	65,2	8,075	13,3	160
	S22 - S23	1,5	1,225	4,4	110
	S23 - S23'	8	2,828	4,4	110
	S23' - P	73,2	8,556	13,3	160
	Kanalizační přípojka		8,556		160

6.3 Návrh dešťové kanalizace

6.3.1 Odvodnění střech

Menší část budovy, která nemá druhé nadzemní podlaží, je zastřešena plochou střechou. Odvod dešťové vody je řešen pomocí střešních vpustí. Druhá část, která druhé nadzemní podlaží má, je zastřešena zaoblenou střechou. Dešťová voda je částečně odvedena střešním žlabem po obvodu střechy a částečně stéká na plochou střechu (210 m²).

Část této vody je využita pro zalévání, zbylé množství je odváděné veřejnou dešťovou kanalizací.

6.3.2 Výpočtový průtok dešťových vod

Výpočet průtoku dešťových vod:

$$Q_r = i \cdot A \cdot C \text{ [l/s]}$$

i – intenzita deště (pro střechy a plochy ohrožující budovu zaplavením = 0,03 l / (s . m²))

A – půdorysný průmět odvodňované plochy [m²]

C – součinitel odtoku dešťových vod = 1

6.3.3 Návrh střešních vpustí a okapních svodů

Tab. 6.3 Střešní vpusti TOPWET [18]

Typ / rozměr (DN)	Průtok střešních vpustí TOPWET	
svislá DN 70	5,0 l/s	190 m ²
svislá DN 100	5,2 l/s	250 m ²
svislá DN 125	7,5 l/s	356 m ²
svislá DN 160	9,0 l/s	476 m ²
vodorovná DN 70	5,2 l/s	183 m ²
vodorovná DN 100	5,7 l/s	190 m ²
vodorovná DN125	7,5 l/s	340 m ²

- Plochá střecha (420 m² + 210 m²)

Vpust' VT1:

Účinná plocha střechy: 250 m²

Výpočtový průtok dešťové vody: $0,03 \cdot 250 \cdot 1 = 7,5$ l/s

Návrh svislé střešní vpusti TOPWET DN 125.

Vpust' VT2:

Účinná plocha střechy: 170 m²

Výpočtový průtok dešťové vody: $0,03 \cdot 170 \cdot 1 = 5,1$ l/s

Návrh svislé střešní vpusti TOPWET DN 100.

Vpust' VT3:

Účinná plocha střechy: 210 m²

Výpočtový průtok dešťové vody: $0,03 \cdot 210 \cdot 1 = 6,3$ l/s

Návrh svislé střešní vpusti TOPWET DN 125.

- Zaoblená střecha (1048 m²- 210 m²)

Okapní svody D4, D5:

Účinná plocha střechy: 310 m²

Výpočtový průtok dešťové vody: $0,03 \cdot 310 / 2 \cdot 1 = 4,7$ l/s

Návrh okapních svodů DN 110.

Okapní svody D6, D7:

Účinná plocha střechy: 528 m²

Výpočtový průtok dešťové vody: $0,03 \cdot 528 / 2 \cdot 1 = 7,9$ l/s

Návrh okapních svodů DN 125.

6.3.4 Návrh podzemní retenční dešťové nádrže

Veškerá dešťová voda je odvedena do retenční nádrže, ze které se bude voda využívat pro zavlažování a zbytek se bude akumulovat a regulovaně odvádět do veřejné dešťové kanalizace. Návrh podzemní retenční dešťové nádrže je proveden dle TNV 75 9011.

K výpočtu byl použit kalkulátor. [19]

Redukovaná odvodňovaná plocha $A = 1404 \text{ m}^2$

Vybraná nejbližší srážkoměrná stanice: Seč

Periodicita srážek: $p = 0,2 \text{ rok}^{-1}$

Regulovaný odtok $Q_0 = 3,0 \text{ l/s}$

Návrhový úhrn srážek $h = 26,2 \text{ mm}$

Doba trvání srážky $t = 40 \text{ min}$

Největší vypočtený retenční objem retenční nádrže (návrhový objem) $V_{vz} = 34 \text{ m}^3$. Doba prázdnění nádrže $T = 3,1 \text{ hod.}$

Retenční nádrž je zvětšena o 10 m^3 potřebných pro zavlažování. Je provedena z monolitického betonu.

6.2.5 Dimenzování dešťové kanalizace

Tab. 6.4 Dimenzování dešťové kanalizace

L4	Svodné potrubí	Qr [l/s]	Qr celkem	DN (OD)
	D3 - D2'	6,3	6,3	125
	D2 - D2'	5,1	5,1	125
	D2' - D1'		11,4	160
	D1 - D1'	6,3	6,3	125
	D1' - RŠ1		17,7	200
	RŠ1 - RŠ2	17,3	35,0	225
	RŠ2 - N	7,9	42,9	250

L5	Svodné potrubí	Qr [l/s]	Qr celkem	DN (OD)
	D4 - D5'	4,7	4,7	125
	D5 - D5'	4,7	4,7	125
	D5' - RŠ1		9,4	160

7 ZÁVĚR

Velké objemy vod v plaveckých areálech dávají více možností, jak s touto vodou zacházet. Byly navrženy tři varianty s využitím odpadních vod a následně vybraná jedna z nich, která se zdá jako nejvýhodnější. Tou se stala varianta 3, která oproti původnímu návrhu využívá větší množství odpadních vod a odebírá tak méně vody z veřejného vodovodu. Nejvíce je znovu využita voda z bazénové technologie. Stala se zdrojem vody pro sprchování, uklízení a splachování. Dále se využije dešťová voda na zalévání. Náklady na vodné, stočné i ohřev vody se tak výrazně sníží.

Závěrem lze říci, že znovuvyužití odpadních vod má smysl. Nejen že se šetří kvalitní vodou z veřejného vodovodu, ale může to být výhodné i z ekonomického hlediska.

Pro tuto variantu hospodaření s vodou je zpracovaná projektová dokumentace zdravotně technických instalací.

POUŽITÁ LITERATURA

- [1] Vybrané údaje za obce Pardubického kraje podle správních obvodů – 2013. Český statistický úřad. [online]. [cit. 2017-11-16]. Dostupné z: <https://www.czso.cz/csu/czso/prelouc6204>
- [2] ŠUBRTOVÁ, K. Plavecký areál v Přelouči. Brno, 2014. Diplomová práce. Vysoké učení technické v Brně, Fakulta stavební, Ústav pozemního stavitelství.
- [3] Vyhláška č. 238/2011 Sb., o stanovení hygienických požadavků na koupaliště, sauny a hygienické limity písku v pískovištích venkovních hracích ploch. MZ ČR, 2011.
- [4] BIELA, Renata. BERÁNEK, Josef. Úprava vody a balneotechnika. Brno: CERM, 2004. ISBN 80-214-2563-6.
- [5] VALÁŠEK, Jaroslav a kol. Zdravotnětechnická zařízení budov. 2. vyd. Bratislava: Jaga, 2006. ISBN 80-8076-038-1.
- [6] PLOTĚNÝ, Karel. Využití šedých a dešťových vod v budovách. *TZB-info*. [online]. 2013. [cit. 2017-11-17]. Dostupné z: <http://voda.tzb-info.cz/destova-voda/10121-vyuziti-sedych-a-destovych-vod-v-budovach>
- [7] Adamovský, Daniel. Větrání specifických provozů bazénové haly a zemědělské stavby [přednáška]. Praha: ČVUT v Praze, 2017.
- [8] Výpočet základního technologického osazení bazénu. *Astral - bazénové příslušenství, s.r.o.* [online]. [cit. 2017-11-20]. Dostupné z: www.astralpool.cz/podpora/ZakladniVypocetBazenu.pdf
- [9] Filtrační zařízení. Filtr jednovrstvý Europe 1m / 2,5 kg/cm². *Astral - bazénové příslušenství, s.r.o.* [online]. [cit. 2017-11-20]. Dostupné z: <http://www.astralpool.cz/katalog/filtracni-zarizeni-28-z-68>
- [10] Pískový filtr z polyesterového sklolaminátu Europe. *Astral - bazénové příslušenství, s.r.o.* [online]. [cit. 2017-11-20]. Dostupné z: http://www.astralpool.cz/navody/Europa_web.pdf
- [11] Filtrační zařízení. Filtr Delta 1000. *Astral - bazénové příslušenství, s.r.o.* [online]. [cit. 2017-11-20]. Dostupné z: <http://www.astralpool.cz/katalog/filtracni-zarizeni-20-z-68>
- [12] Laminátové filtry Ø 600 - 1000 mm. *Astral - bazénové příslušenství, s.r.o.* [online]. [cit. 2017-11-20]. Dostupné z: http://www.astralpool.cz/navody/Laminatove_filtry_600_1000mm.pdf
- [13] Územní srážky. Český hydrometeorologický ústav. [online]. [cit. 2017-11-25]. Dostupné z: <http://portal.chmi.cz/historicka-data/pocasi/uzemni-srazky>

- [14] Cena pro vodné a stočné platná od 1.1.2018. *Vodovody a kanalizace Pardubice, a.s.* [online]. [cit. 2017-11-25]. Dostupné z: http://www.vakpce.cz/index.php?mn=zakaznici&pg=cena_vody
- [15] Hrabec, Jaroslav. Když chcete šetřit náklady za teplo, tak se hlavně nenechte napálit. *Příbramská teplárenská a.s.* [online]. [cit. 2017-11-25]. Dostupné z: <http://www.ptpb.cz/aktuality.html>
- [16] Elektronické cirkulační čerpadlo Wilo TOP-Z 25/6 230 V. *BOLA spol. s.r.o.* [online]. [cit. 2017-12-08]. Dostupné z: <https://www.bola.cz/elektronicke-cirkulacni-cerpadlo-wilo-top-z-256-230v>
- [17] Montážní předpis. *WAVIN Ekoplastik s.r.o.* [online]. [cit. 2017-12-08]. Dostupné z: <https://triker.cz/pool/novinky/Mont%C3%A1%C5%BEn%C3%AD%20p%C5%99edpis%20PPR%20Wavin%20Ekoplastik.pdf>
- [18] Výpočet gravitačního odvodnění střech. *TOPWET s.r.o.* [online]. [cit. 2017-12-08]. Dostupné z: <http://www.topwet.cz/Public/Files/Link/vypocet-gravitacniho-odvodneni-cz.pdf>
- [19] Dimenzování retenční nádrže. *Nicoll Česká republika, s.r.o.* [online]. [cit. 2017-12-08]. Dostupné z: <http://www.nicoll.cz/produkty/destova-voda/vsakovani-a-retence/dimenzovani-retencni-nadrze.html>

Normové podklady

ČSN 06 0320. Tepelné soustavy v budovách – Příprava teplé vody – Navrhování a projektování. ČNI, 2006.

ČSN 75 5455. Výpočet vnitřních vodovodů. ČNI, 2007.

ČSN 75 6760. Vnitřní kanalizace. ČNI, 2014.

ČSN EN 12056-1. Vnitřní kanalizace – Gravitační systémy – Část 1: Všeobecné a funkční požadavky. ČNI, 2001.

ČSN EN 12056-2. Vnitřní kanalizace – Gravitační systémy – Část 2: Odvádění splaškových odpadních vod – Navrhování a výpočet. ČNI, 2001.

ČSN EN 12056-3. Vnitřní kanalizace – Gravitační systémy – Část 3: Odvádění dešťových vod ze střech – navrhování a výpočet. ČNI, 2001.

SEZNAM OBRÁZKŮ

Obr. 2.1 Schéma plaveckého areálu Přelouč 1. NP [2]

Obr. 2.2 Schéma plaveckého areálu Přelouč 2. NP [2]

Obr. 4.1 Hospodaření s vodou – původní návrh

Obr. 4.2 Hospodaření s vodou – varianta 1

Obr. 4.3 Hospodaření s vodou – varianta 2

Obr. 4.4 Hospodaření s vodou – varianta 3

Obr. 5.1 Kompenzátor délkové roztažnosti [17]

Obr. 5.2 Kompenzátor délkové roztažnosti „U“ [17]

SEZNAM TABULEK

- Tab. 2.1 Otočnost bazénové návštěvnosti [4]
- Tab. 2.2 Celková denní návštěvnost v bazénovém provozu
- Tab. 2.3 Přehled denní návštěvnosti v budově
- Tab. 3.1 Bilance potřeby vody
- Tab. 3.2 Roční množství dešťové vody
- Tab. 4.1 Denní potřeba vody (podle optimální návštěvnosti) – původní návrh
- Tab. 4.2 Denní potřeba vody (podle optimální návštěvnosti) – varianta 1
- Tab. 4.3 Denní potřeba vody (podle optimální návštěvnosti) – varianta 2
- Tab. 4.4 Denní potřeba vody (podle optimální návštěvnosti) – varianta 3
- Tab. 4.5 Porovnání variant a jejich předpokládaná prostá doba návratnosti
- Tab. 5.1 Bilance denní potřeby vody – voda z veřejného vodovodu
- Tab. 5.2 Bilance denní potřeby vody – voda z bazénové technologie
- Tab. 5.3 Bilance denní potřeby vody – dešťová voda
- Tab. 5.4 Bilance roční potřeby vody
- Tab. 5.5 Studená voda – dimenzování vnitřního vodovodu napojeného na veřejný vodovod
- Tab. 5.6 Teplá voda – dimenzování vnitřního vodovodu napojeného na veřejný vodovod
- Tab. 5.7 Cirkulační voda – dimenzování vnitřního vodovodu napojeného na veřejný vodovod
- Tab. 5.8 Cirkulační voda – regulace
- Tab. 5.9 Voda určená ke splachování – dimenzování vnitřního vodovodu
- Tab. 5.10 Bazénová voda do sprch v bazéně – dimenzování vnitřního vodovodu
- Tab. 5.11 Bazénová voda určená na úklid – dimenzování vnitřního vodovodu
- Tab. 5.12 Dimenzování požárního vodovodu
- Tab. 6.1 Zařizovací předměty
- Tab. 6.2 Dimenzování splaškové kanalizace
- Tab. 6.3 Střešní vpusti TOPWET [18]
- Tab. 6.4 Dimenzování dešťové kanalizace

SEZNAM GRAFŮ

Graf 3.1 Úhrny srážek a dlouhodobý srážkový normál v Pardubickém kraji [13]

Graf 4.1 Porovnání denních nákladů

Graf 4.2 Využití alternativních zdrojů vody během dne

Graf 5.1 Křivka odběru a dodávky tepla

Graf 5.2 Charakteristika čerpadla TOP-Z [16]

SEZNAM PŘÍLOH

VÝKRESOVÁ DOKUMENTACE – KANALIZACE

Technická zpráva – kanalizace

Výkres K1: Kanalizace – 1. NP (1:50)

Výkres K2: Kanalizace – 2. NP (1:50)

Výkres K3: Kanalizace – 1. PP (1:50)

Výkres K4: Kanalizace – základy (1:50)

Výkres K5: Kanalizace – střecha nad 2. NP (1:200)

Výkres K6A – K6E: Kanalizace – svislé řezy (1:50)

Výkres K7: Kanalizace – situace (1:250)

VÝKRESOVÁ DOKUMENTACE – VODOVOD

Technická zpráva – vodovod

Výkres V1: Vodovod - 1. PP (1:50)

Výkres V2: Vodovod - 1. NP (1:50)

Výkres V3: Vodovod - 2. NP (1:50)

Výkres V4: Vodovod – izometrie (1:50)

Výkres V5: Vodovod – řez vodovodní přípojkou (1:50)

Výkres V6: Situace