

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

**KATEDRA TECHNICKÝCH ZAŘÍZENÍ BUDOV**



**Zdravotní technické instalace základní školy se  
zaměřením na minimalizaci odběru pitné vody**

**BAKALÁŘSKÁ PRÁCE**

**Josef Lácha**

**Vedoucí bakalářské práce :**

**Ing. Ilona Koubková, Ph. D.**

**Konzultant :**

**Ing. Ilona Koubková, Ph. D.**

**2016**



ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE

Fakulta stavební

Thákurova 7, 166 29 Praha 6

## ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

studijní program: Stavební inženýrství

(B 3651)

studijní obor: Konstrukce pozemních staveb

akademický rok: 2015/16

Jméno a příjmení studenta: Josef Lácha

Zadávací katedra: K 124 - Katedra technických zařízení budov

Vedoucí bakalářské práce: Ing. Ilona Koubková Ph.D.

Název bakalářské práce: Zdravotní technické instalace základní školy se zaměřením na minimalizaci odběru pitné vody

Název bakalářské práce v anglickém jazyce: Sanitary equipment installations elementary school with a focus on minimizing the abstraction of drinking water

Rámcový obsah bakalářské práce: 1) Projekt ZTI na úrovni rozšířené dokumentace pro stavební povolení. (Projekt vnitřního vodovodu, kanalizace a návrh plynovodního potrubí. Zadané půdorysy a řezy v měřítku 1:50 (1:100), situace 1:400 (1:500), technická zpráva)

2) Rešerže: Úspory pitné vody a energií v profesích ZTI

Datum zadání bakalářské práce: 20.2.2016

Termín odevzdání:

20.5.2016

(vypíšte poslední den výuky příslušného semestru)

Pokud student neodevzdal bakalářskou práci v určeném termínu, tuto skutečnost předem písemně zdůvodnil a omluva byla děkanem uznána, stanoví děkan studentovi náhradní termín odevzdání bakalářské práce. Pokud se však student řádně neomluvil nebo omluva nebyla děkanem uznána, může si student zapsat bakalářskou práci podruhé. Studentovi, který při opakovaném zápisu bakalářskou práci neodevzdal v určeném termínu a tuto skutečnost řádně neomluvil nebo omluva nebyla děkanem uznána, se ukončuje studium podle § 56 zákona o VŠ č. 111/1998. (SZŘ ČVUT čl. 21, odst. 4)

*Student bere na vědomí, že je povinen vypracovat bakalářskou práci samostatně, bez cizí pomoci, s výjimkou poskytnutých konzultací. Seznam použité literatury, jiných pramenů a jmen konzultantů je třeba uvést v bakalářské práci.*

.....  
vedoucí bakalářské práce

.....  
vedoucí katedry

Zadání bakalářské práce převzal dne: .....

.....  
student

Formulář nutno vyhotovit ve 3 výtiscích – 1x katedra, 1x student, 1x studijní odd. (zašle katedra)

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci zpracoval s použitím uvedené literatury a podkladů.

V Praze dne .....

.....

Podpis

**Poděkování:**

Děkuji své vedoucí bakalářské práce Ing. Iloně Koubkové, Ph.D. za cenné rady, trpělivost a obětovaný konzultační čas v průběhu zpracování této závěrečné práce.

# Obsah:

<b>A) Teoretická část – Úspory pitné vody a energií v profesích ZTI</b>	<b>5</b>
<b>Úvod</b>	<b>5</b>
<b>A.1) Úspory pitné vody</b>	<b>5</b>
A.1.1) Úspora pitné vody nahrazením za vodu nepitnou	6
A.1.1.1) Využití dešťových vod	6
A.1.1.2) Využití šedých vod	9
A.1.1.3) Využití černých vod	11
A.1.2) Úspora pitné vody omezením její spotřeby	11
A.1.2.1) Úspora vody ve výtakových armaturách	11
A.1.2.2) Úspora vody u ostatních zařizovacích předmětů	15
<b>A.2) Úspory energií v profesích ZTI</b>	<b>18</b>
A.1.1) Úspora energie s využitím KONDUKCE	18
A.1.1.1) Využití tepelné energie šedé vody	18
A.1.1.2) Využití sluneční energie	21
A.1.1.3) Využití zemní energie	22
A.1.1.3) Využití tepelné energie při chlazení	23
A.1.2) Úspora energie s potlačením KONDUKCE	24
A.1.2.1) Tepelná izolace potrubí	24
A.1.2.2) Volba ohřevu vody	24
A.1.2.3) Velikost zásobníku TV + zaizolování	25
<b>B) Výpočtová část</b>	<b>26</b>
<b>Úvod</b>	<b>26</b>
<b>B.1) Analýza potřeb budovy v profesích ZTI</b>	<b>29</b>
B.1.1) Bilance potřeby pitné vody	29
B.1.1.1) Specifická denní spotřeba vody	29
B.1.1.2) Průměrná denní potřeba vody	29
B.1.1.3) Maximální denní potřeba vody	30
B.1.1.4) Maximální hodinová potřeba vody	30
B.1.1.5) Roční potřeba vody	31
B.1.2) Bilance potřeby teplé vody	31
B.1.2.1) Provoz základní školy	31
B.1.2.2) Provoz sportovní haly v pronájmu	32
B.1.3) Bilance odtoku odpadních vod splaškových	33
B.1.3.1) Specifické denní množství odpadních vod	33
B.1.3.2) Průměrné denní množství odpadních vod	34
B.1.3.3) Maximální denní odtok odpadních vod	34
B.1.3.4) Maximální hodinový odtok odpadní vody	35
B.1.3.5) Minimální hodinový odtok odpadní vody	35
B.1.3.6) Roční odtok odpadní vody splaškové	36
B.1.4) Bilance odtoku odpadních vod dešťových	36
B.1.4.6) Roční odtok odpadní vody dešťové	36
B.1.5) Bilance odtoku odpadních vod - celková	36

B.1.5.1)	Roční odtok všech odpadních vod	36
B.1.6)	Bilance potřeby plynu	37
B.1.6.1)	Výpočet celkové tepelné ztráty budovy	37
B.1.6.2)	Spotřeba tepla na vytápění	39
B.1.6.2)	Spotřeba tepla na ohřev teplé vody	39
B.1.6.3)	Celková roční potřeba tepla	40
B.1.6.4)	Roční potřeba plynu	40
<b>B.2)</b>	<b>Návrh přípravy teplé vody</b>	<b>41</b>
B.2.1)	Potřeba energie k ohřátí teplé vody	41
B.2.2)	Rozdělení potřeby tepla	42
B.2.2.1)	Denní perioda provozu budovy	42
B.2.2.2)	Přechodné období mezi lokálními extrémy	43
B.2.3)	Výpočet a návrh zásobníku teplé vody	45
B.2.3.1)	Objem zásobníku	45
B.2.3.2)	Jmenovitý tepelný příkon zásobníkového ohříváče	45
B.2.3.3)	Návrh teplosměnné plochy spirály (výměníku) potřebné k ohřevu	45
B.2.4)	Návrh plynového kotle pro ohřev teplé vody.	47
<b>B.3)</b>	<b>Kanalizace - výpočty a studie záměrů</b>	<b>47</b>
B.3.1)	Použitý materiál	47
B.3.2)	Návrh připojovacího splaškového potrubí	48
B.3.2)	Návrh odpadního splaškového potrubí	52
B.3.3)	Návrh větracího potrubí	53
B.3.4)	Návrh splaškového svodného potrubí	54
B.3.5)	Návrh dešťového odpadního potrubí	56
B.3.6)	Návrh dešťového svodného potrubí	58
B.3.7)	Návrh přečerpávacího zařízení	59
B.3.7.1)	Zařízení A – GRUNDFOS MSS.11.1.2	59
B.3.7.2)	Zařízení B – GRUNDFOS CONFLIGT 1	62
B.3.8)	Návrh dešťové akumulární nádrže	63
B.3.9)	Dimenzování kanalizační přípojky	67
<b>B.4)</b>	<b>Vodovod - výpočty a studie záměrů</b>	<b>69</b>
B.4.1)	Vodovod – pitná voda	69
B.4.2)	Vodovod – studená užitková voda	75
B.4.3)	Vodovod – teplá voda	85
B.4.4)	Vodovod – cirkulační voda	93
B.4.5)	Vodovod – požární voda	93
<b>B.5)</b>	<b>Plynovod - výpočty a studie záměrů</b>	<b>96</b>
<b>C)</b>	<b>Projekt</b>	<b>97</b>
<b>C.1)</b>	<b>Technická zpráva</b>	<b>97</b>
C.1.1)	Úvod	97
C.1.2)	Množství odpadních vod	97
C.1.3)	Potřeba pitné vody	97
C.1.4)	Potřeba teplé vody	97
C.1.5)	Potřeba plynu	97
C.1.6)	Kanalizační přípojka	98
C.1.7)	Vodovodní přípojka	98

C.1.8)	Plynovodní přípojka	98
C.1.9)	Vnitřní kanalizace	99
C.1.9.1)	Dešťová kanalizace	99
C.1.9.2)	Splašková kanalizace	99
C.1.10)	Vnitřní vodovod	100
C.1.11)	Zařizovací předměty	102
C.1.11)	Zemní práce	105
<b>C.2)</b>	<b>Výkresová dokumentace</b>	<b>106</b>
C.2.1)	Seznam výkresů Přílohy A	106
<b>Závěr</b>		<b>107</b>
<b>Seznam použitých zdrojů</b>		<b>107</b>
<b>Seznam použitých zkratk a symbolů</b>		<b>113</b>
<b>Použitý software</b>		<b>113</b>
<b>Příloha A</b>		

## **Abstrakt:**

Bakalářská práce se zabývá zdravotně technickými instalacemi na Základní škole Náklo. Teoretická část je zaměřena na úsporu pitné vody, především na zpětné využití dešťové a šedé vody. Teoretická část se také zabývá úsporou energie v této technické oblasti. Výpočtová část je zaměřena na návrh kanalizace, vodovodu a použitých zařízení na zadaném objektu. Projektová část řeší výkresy kanalizace a vodovodu na rozšířené úrovni stavebního povolení. Objekt je zděný, podsklepený s podzemními kolektory se třemi nadzemními podlažími. Součástí budovy je také sportovní hala. Bakalářská práce je provedena na základě současných českých a evropských předpisů.

## **Klíčová slova:**

Základní škola, zdravotní technické instalace, vnitřní kanalizace, vnitřní vodovod, zpětné využití dešťové vody, akumulací nádrž, teplá voda, studená voda, požární voda, provozní voda, kolektor, potrubí, automatická tlaková stanice, úspora vody, úspora energie, šedá voda

## **Abstrakt:**

This Bachelor thesis deals with at sanitary equipment installations an Elementary school Náklo. The theoretical part is focused on saving drinking water, especially on the re-use of rainwater and gray water. The theoretical part also deals with energy savings in this technical field. The computational part deals with sewerage, water and used equipment distribution system on the specified object. Project part solves drawings sewerage and water supply at the advanced level of the building permit. The projected building with three floors is brick, basement with underground collectors. The building is also a sports hall. This bachelor thesis is written according to Czech and European regulations.

## **Keywords**

Elementary School, Sanitary equipment installations, sanitary drainage systém, water supply systém, re-use of eainwater, accumulation tank, warm water, cold water, fire water, process water, collector, conduit, Automatic pressure stations, saving water, energy saving, grey water,



# A) Teoretická část – Úspory pitné vody a energií v profesích ZTI

## Úvod

Dnešní svět nám stále připomíná, že je potřeba šetřit a vážit si životního prostředí více než v minulosti. Úspory energií obnovitelných i neobnovitelných jsou jedním z hlavních témat dnešní doby a tento trend stále nabírá na otáčkách. Samozřejmě vše závisí na životním postoji a úrovni jednotlivých částí světa, protože nikde není všeho dost, někde je jedné věci příliš a ostatních málo a jsou místa na Zemi kde je všeho málo. Každá oblast v rámci světového měřítka vždy šetří v těch místech, ve kterých spatřuje jejich nedostatek. Samozřejmě je toto špatný přístup a spíše i špatný příklad pro celý zbytek světa, protože proč bychom šetřili my, když ostatní nemusí.

Tento trend úspor se již aplikoval i do oblasti výstavby v rámci technického zařízení budov a proto bych o něm rád sepsal pár řádek textu. Pokud bychom vyfiltrovali celý zbytek světa a všechny druhy energií a nerostného bohatství, zbyde nám v měřítku Česká republika a její postavení v rámci možností získávání energií a vodní zásoby. Nutno říci, že ČR má obrovské vodní bohatství v porovnání s ostatními zeměmi a co se týče výroby energie, tak se nově již zaměřujeme spíše na obnovitelné zdroje energie vyjma dvou obrovských atomových rozdílů, ze kterých každý den stoupá hustá parní clona směrem k oblakům. Tyto zařízení pokrývají až 60 % výroby elektrické energie.

Ale již dost o porovnávání v takto masivním měřítku. Tato práce se zabývá sna úsporou energie v samotném jádru stavebnictví, a to v profesi zdravotní technické instalace budov. Stručně uvedu jednotlivé možnosti úspor v ZTI s uvedením vhodného použití a procentuální úspor energie oproti klasickému řešení.



Obr. A 1 Jaderná elektrárna Temelín [4]

## A.1) Úspory pitné vody

Pitnou vodou rozumíme vodu, která je určena k lidské spotřebě. Myslíme tím hygienu, mytí nádobí, pití, oplachování, vaření a úpravu konzumních produktů a dále například ke spotřebě ve výrobních prostorech. Jedná se tedy o vodu, která je zdravotně nezávadná a její požívání, používání ani kontakt nevyvolá žádné onemocnění nebo zdravotní problémy v důsledku obsažených mikroorganismů a jiných látek.

Přesnou definici upravuje vyhláška 274/2003 Sb., která stanovuje biologické, mikrobiologické, fyzikální a chemické limity a ukazatele. Po splnění a dodržení těchto

parametrů můžeme prohlásit, že se jedná o vodu pitnou a musíme s ní nakládat tak, aby byly splněny další požadavky pro její další distribuci.

Pokud bychom porovnali vodu teplou, která byla pouze ohřata z vody pitné, již v tuto chvíli nesmíme uvádět, že se jedná o vodu pitnou, nýbrž o vodu užitkovou a to i případě průtokových ohřivačů vody. Světové statistiky stanovují průměrnou denní spotřebu na 100 - 130 l, což je velmi vysoké číslo, pokud uvažíme fakt, že úsporný člověk si za běžného dne vystačí s 60 litry na den. [b]

Pokud se budeme bavit o úsporách této vody, tak máme 2 možnosti:

- a) **Úspora pitné vody nahrazením za vodu nepitnou**
- b) **Úspora pitné vody omezením její spotřeby**



Obr. A 2 Úspory pitné vody [5]

### A.1.1) Úspora pitné vody nahrazením za vodu nepitnou

Spotřebu pitné vody je možno v některých případech snížit tím, že jí nahradíme za vodu nepitnou. Statistiky ukazují, že jejím užíváním by klesla spotřeba až o 50 %. Voda nepitná, označována také jako voda užitková je normově popisována jako zdravotně nezávadná, která nesmí být použita v případech, pro které je určena voda pitná. Z pohledu zdravotní techniky se jedná se především o zavlažování zahrad, praní prádla, splachování WC, mytí podlah, mytí exteriéru a interiéru stavby, či jiných zařízení a je nutné v místě jejího užitku osadit výstražnou tabulku s upozorněním, že se nejedná o vodu pitnou. [a] Nesmí s ní být omýváno věci, které se mohou dostat do kontaktu s dutinou ústní či měkkou tkání (otevřené rány, oči, apod.). Svoji kvalitou musí ovšem také splňovat dané limity, které odpovídají kvalitě vody pro napájení zemědělských či jinak domestikovaných zvířat. Pokud vezmeme v úvahu, že k chovu skotu použijeme vodu užitkovou a ten je poté brán jako výsledný produkt, který přichází do kontaktu s naší dutinou ústní, je toto lehce v rozporu.



Obr. A 3 Nahrazení provozní vodou [6]

#### A.1.1.1) Využití dešťových vod

Dešťovou vodou rozumíme vodu srážkovou, která dopadla na střechu stavby např. rodinného domu, či průmyslové haly. Tímto přívlastkem samozřejmě označujeme i srážkovou vodu, která dopadla na jiný povrch např. tráva, ovšem dále ji již neakumulujeme a proto postrádá významu se jí již dále zabývat.

Pokud dešťová voda dopadá na zpevněný povrch, již obsahuje mnoho látek, které přijala v atmosféře (jedná se o organické i anorganické látky). Toto látkové zastoupení narůstá s délkou trasy svodu, kvalitou a typem střešního pláště. Může obsahovat např. humus, prach, částičky listí či rozpuštěný ptačí trus. Hodnota pH se pohybuje mezi 4 až 6 od dopadu na střechu po vtok do akumulčního zařízení. Specifikaci této provozní vody upravuje zákon č. 274/2001 Sb. *O vodovodech a kanalizacích pro veřejnou potřebu.*

### Zařízení pro její využití

Dešťovou vodu vedeme systémem svodů do recipientu přes instalované hrubé (lapač střešních splavenin) a jemné (košíčkový filtr) filtry, které ji zbavují viditelných nečistot. Ukončení v akumulční nádrži je provedeno s uklidňujícím prvkem, který zabraňuje promíchávání sedimentu již akumulované vody. Z tohoto důvodu poté vodu čerpáme u horního povrchu. [b]

Velikost nádrže optimálně zvolíme na spotřebu 2-3 týdnů, během kterých uvažujeme suché období. Pokud dojde k přeplnění nádrže, odchází voda pojistným přepadovým potrubím doplněným o zápachovou uzávěru a zpětný ventil, aby nedošlo ke kontaminaci naakumulované vody při zvýšené hladině kanalizačních vod. Odvod je dále řešen přímo do kanalizačního systému s možností retence, nebo je voda dopravována k čistění zařízením umístěným na daném pozemku. Například se jedná o domovní čistírnu odpadních vod, nebo vyhnívací jezírko. [a] ; [b]

Horní úroveň recipientu musí být umístěna v nezámrazné hloubce (1200-1500 mm podle druhu zeminy). Samotný odběr vody je zajištěn automatickou tlakovou stanicí, která je napojena na rozvod studené užitkové vody v objektu samostatně od vody pitné, jak tomu přikazuje norma ČSN EN 1717 a vytváří v něm dostatečný přetlak za pomoci expanzních nádob. Tlak v systému běžných provozů se pohybuje v rozmezí 0,15 – 0,45 MPa. [b]

Nasávání vody je zajištěno sacím potrubím se zpětnou klapkou, plovákem a nasávacím košem. Používáme plovací potrubí o dostatečné délce, aby byl nasávací koš potopen i při uvážení minimální čerpací hladiny v nádrži. Používáme plastických flexibilních potrubí o tlakové řadě PN 10, která vyhovuje nasávacím tlakům v potrubí.

Pokud by hladina vody klesla pod minimální projektovanou úroveň, sepne instalovaný indikátor trojcestný ventil, který do systému začne plnit vodu pitnou. Další možností je doplňovat pitnou vodu do nádrže přímo od určité hladiny, ovšem tímto se připravujeme o akumulční objem a při čistění nádrže je nutné systém odstavit. Pokud voda slouží k interiérové potřebě je zapotřebí instalovat ještě speciální filtr. Tlaková stanice může být umístěna v samotné nádrži, nebo v technické místnosti uvnitř objektu. [a]

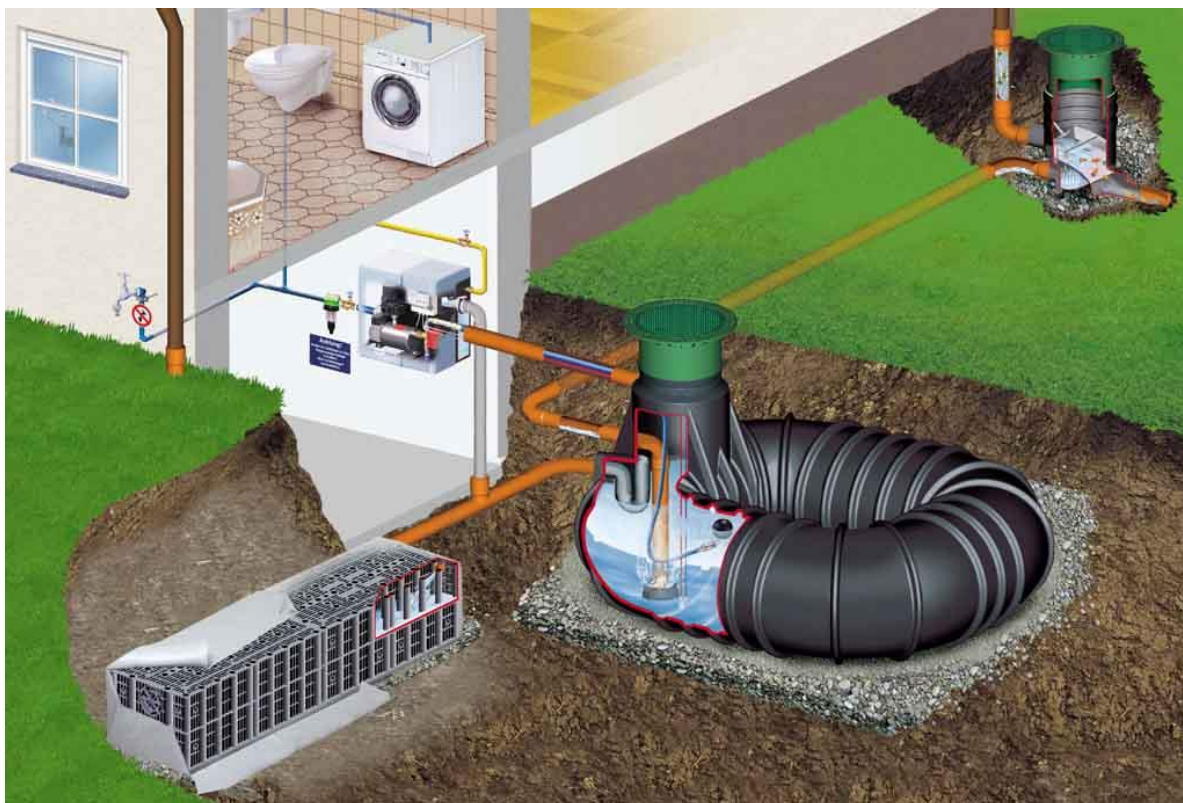
Pokud vodu využíváme pouze k zahradním účelům, postačí do nádrže instalovat ponorné výtlačné, či sací čerpadlo, které zapínáme dle potřeby.

Umístění nádrže může být podzemní či nadzemní. Materiálové řešení nádrže závisí na její velikosti, vlastnostech podloží a hloubce uložení. [1]



Obr. A 4 Automatická tlaková stanice [7]





Obr. A 5 Zařízení pro využití dešťové vody [8]

Používáme nádrže: [1]

- 1) Železobetonové (možno použít stávající septik s hygienickým opatřením, provedení pro velké podzemní nádrže)
- 2) Betonové (např. naskládané skruže; malá pevnost, špatné těsnění vyjma monolitického provedení)
- 3) Ocelové (málo využívané, spíše pro nadzemní provedení, síla plechu dle velikosti 0,3 – 1 cm)
- 4) Plastové (použití spíše podzemní s přídatnými lamelami zajišťující větší tlakovou odolnost, osazení na štěrkový či pískový podklad, či betonovou desku.
- 5) Sklolaminátové (málo používané, nadzemní i podzemní provedení; nádrže menší velikosti)



Obr. A 7 Železobetonová akumulční nádrž [9]



Obr. A 6 Sklolaminátové nádrže [10]

### A.1.1.2) Využití šedých vod

Šedá voda označuje odpadní vodu ze zařizovacích předmětů jako pračka, vana, umyvadlo a sprcha. Jedná se tedy o kontaminovanou vodu bez fekálií a močovin. Průměrný člověk vyprodukuje denně cca 75 % šedé vody z celkové jeho spotřeby. V přepočtu se jedná o 80 litrů, což je samozřejmě nezanedbatelná hodnota. Zastoupení jednotlivých látek závisí na druhu vody, ovšem můžeme říci, že voda je zásaditá s pH 6-9 a teplota se pohybuje mezi 20 - 40 °C. [g]



Obr. A 8 Využití šedých vod [11]

Jestli uvažovat vodu šedou také z myček a kuchyňských dřezů je otázka, protože vždy záleží na míře znečištění a typu použitého čistícího zařízení.

Na snaze je tuto vodu čistit a znovu jí použít v místech kde najde své uplatnění, podobně jako provozní voda, ovšem její kritéria jsou samozřejmě vyšší a vše závisí na míře vyčištění. Vyčištěná šedá voda je dále nazývána jako bílá voda. Návrhem velkou měrou odlehčujeme vytížení centrální čistírny odpadních vod.

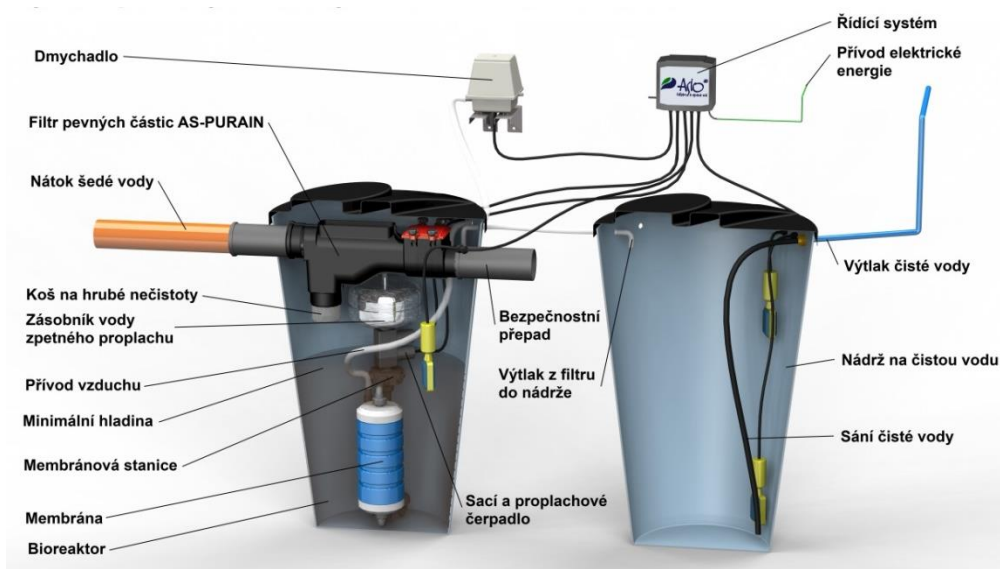
Samotné čištění je velice nákladné jak na pořízení, tak na provoz, proto je prozatím využíván méně a to jen u větších staveb, například u administrativních nebo nízkoenergetických budov. Její použití je kombinováno s využitím dešťové vody. Uplatnění uplatnění najdeme například pro zalévání zahrad, splachování WC, či při úklidu nebo chlazení budov. Norma upravující používání šedé vody a její čištění není prozatím uveřejněna, ovšem můžeme vycházet ze zahraničních norem, např. Britská norma BS 8525 -1, která uvádí technické požadavky a ukazatele jakosti spojené se zdravotními riziky. [2],[3]

#### Zařízení pro čištění šedých vod

Existuje více druhů čištění: [2],[3]

- a) Fyzikální
- b) Fyzikálně chemické (probíhá mikrofiltrace a ultrafiltrace pomocí membrán a pískových filtrů, jsou účinnější, neboť zabraňují znečištění optickými látkami a po sléze se za pomoci UV záření desinfikují dezinfikují.)
- c) Biologické (nejpoužívanější způsob, kdy k rozkladu přispívají mikroorganismy nebo membránové bioreaktory (např. aerobní biologické filtry), ale ty vyžadují dodatečnou dezinfekci
- d) Usazování a filtrace na půdním filtru (dřívější metoda)

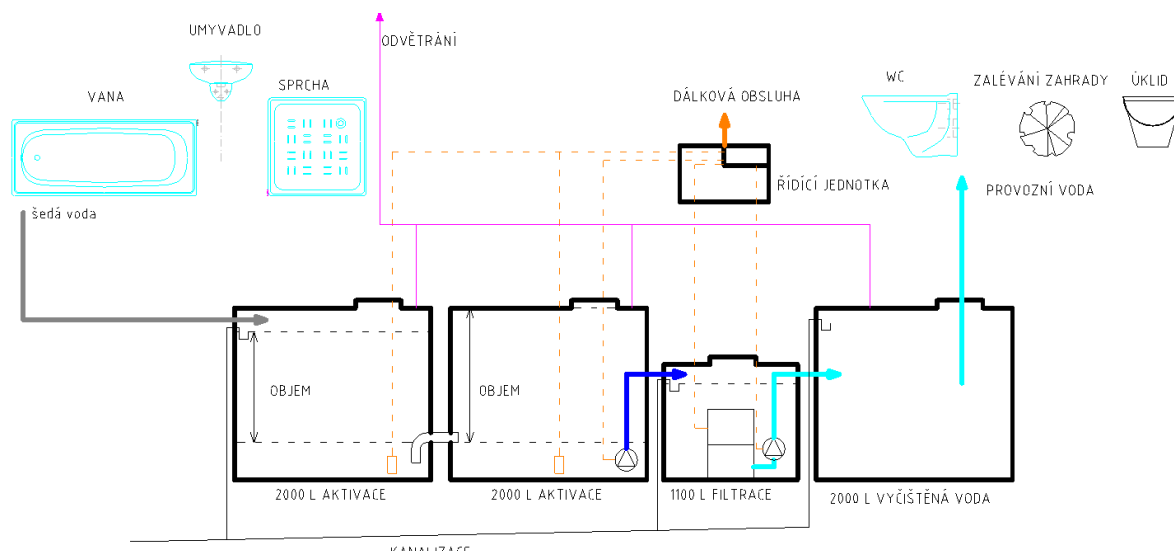
Stavby velkého rozsahu využívají spíše biologického druhu čištění, tedy oddělení nerozpuštěných látek a jejich zabezpečení. V dnešní době již většinou výrobci nabízejí biologický reaktor s membránovou separací. V některých případech se vestavěno i hygienické zařízení, i přesto že již obsažené filtrové membrány tuto funkci čištění částečně plní.



Obr. A 9 Systém pro recyklaci šedých vod [12]

Po technologickém předčištění vodu akumulujeme v nádrži. Její velikost opět závisí na druhu provozu, ovšem zde vycházíme většinou z potřeb jedné denní periody. Pokud by došlo k naplnění nádrže, voda odchází přes zápachové uzávěry viz *Obr. A 10* do kanalizačního systému již před samotným čištěním, ovšem bezpečnostní přepady jsou instalovány i na samotné akumulaci nádrži a ostatních kumulačních zařízeních. Nutná je opět ochrana před vzduťou vodou, tedy je zapotřebí osadit odvodní systém zpětnou klapkou. Jako u dešťových vod musíme nádrž odvětrávat a to opět platí pro všechny kumulační celky viz *Obr. A 10*, pokud jsou oddělené a vyústění vede nejlépe skrz budovu nad střešní rovinu, aby byl zajištěn dostatečný podtlak. Návrh větracího potrubí provedeme dle normy ČSN EN 75 6760.

Musíme mít na paměti, že takto vyčištěnou vodu je potřeba co nejrychleji využít, protože růst bakterií je intenzivnější než při akumulaci dešťových vod. Akumulace probíhá v nádrži, kterou umístíme nejlépe pod zemí, kde uvažujeme nižší stálé teploty a vývoj bakterií je pozvolnější, než při umístění nádrže na povrchu. Pro tyto účely slouží nejlépe samostatná místnost v technickém podlaží, nebo v suterénu objektu. Místnost nesmí být vytápěna a doporučuje se tepelněizolační oddělení od ostatních vytápěných prostor. Samotný zásobník musí být z odolného materiálu, který dobře snáší výkyvy teplot, neboť do něj přitéká voda o teplotě cca 20-30 °C podle délky trasy potrubí a výchozí teplotě šedé vody. [69]



Obr. A 10 Systém čištění odpadní šedé vody s odděleným provozem [13]



Pokud by došlo k vyčerpání nádrže, například při odběrové špičce, musí být zásobní nádrž vybavena automatickým přítokem pitné vody přes volný výtok, aby bylo zabráněno kontaminaci pitné vody v systému. S výhodou můžeme využít kombinaci vody šedé a dešťové zároveň, ovšem záleží na tom, jaký zvolíme primární zdroj provozní vody.

### A.1.1.3) Využití černých vod

Černá voda je voda, která obsahuje fekálie a moč. Vzniká v zařizovacích předmětech jako pisoár, bidet a záchodová mísa. Dnešní doba nabízí možnost separace fekálií buďto ve speciální zařízení nebo již v samotném zařizovacím předmětu, který odděluje vodu žlutou (moč nebo zředěnou moč viz *Obr. A 11*) a vodu hnědou (fekálie ředěné vodou) a použít ji například pro hnojení zahrad. Využití této vody a nahrazení vody pitné prozatím není možné, i přesto že smyšlený náznak tohoto čištění byl použit ve filmu *Vodní svět* (1995) od Kevina Reynoldse.



*Obr. A 11 Separáčn1 toaleta k odvedení tekutého a tuhého odpadu [14]*

### A.1.2) Úspora pitné vody omezením její spotřeby

Jak jsem již konstatoval v úvodu, občan ČR je brán komplexně jako neúsporný a jen těžko si zvyká, na zkrácenou dobu sprchování či mytí rukou, používání méně teplé vody při menším průtoku a podobně. Proto je třeba toto obejít tím, že instalujeme zařizovací předměty, které uspoří vodu, aniž by si koncový uživatel všiml výrazné změny. Do tohoto téma zahrnují teplou vodu (ohřátou pitnou vodu), protože úspora vychází především z již smíchané vody.

#### A.1.2.1) Úspora vody ve výtokových armaturách

Výtoková armatura je zařízení pro regulaci teploty a průtoku vody u zařizovacího předmětu. Musíme mít na paměti, že je potřeba dodržet minimální hodnoty průtoku stanovené dle ČSN EN 817 – *Zdravotnětechnické armatury - Mechanické směšovací baterie (PN 10). Všeobecné technické požadavky*. Například baterie pro sprchy, bidety a umyvadla mohou mít minimální jmenovitý průtok 0,2 l/s pro polohu – studená. Pokud budeme uvažovat úspornou baterii, nebo vytahovací sprchu s ohebnou hadicí smíme tuto hodnotu uvažovat pouze 0,15 l/s. Co se týče vanových baterií, tak jsme limitováni minimálním průtokem 0,33 l/s. [f]



*Obr. A 12 Úspora vody ve výtokových armaturách [15]*

## **Dělení výtokových armatur: [b]**

### Rozdělení podle počtu připojených potrubí:

- 1) Výtokové směšovací baterie - míchají vodu teplou a studenou a obsahují:
  - Dva samostatné ventily
  - Kartuše (řídící člen jednopákových směšovacích baterií)
  - Řídící člen termostatické směšovací baterie
  
- 2) Výtokové kohouty nebo ventily - vstupuje do ní jediné potrubí, kterým proudí:
  - Studená voda
  - Smíšená voda (studená s teplou vodou smíšené v ústředním směšovači)
  - Teplá voda (výtokový ventil pro bytovou pračku)

### Rozdělení podle umístění:

- 1) Nástěnné
- 2) Stojánkové
- 3) Na ohřivači teplé vody
- 4) Nástěnné pod obkladem

### Rozdělení podle ovládání:

- 1) Mechanické
  - Pákové
  - Kohoutové
  - Termostatické
  - Stlačovací s časováním
  
- 2) Automatické
  - S IR senzorem

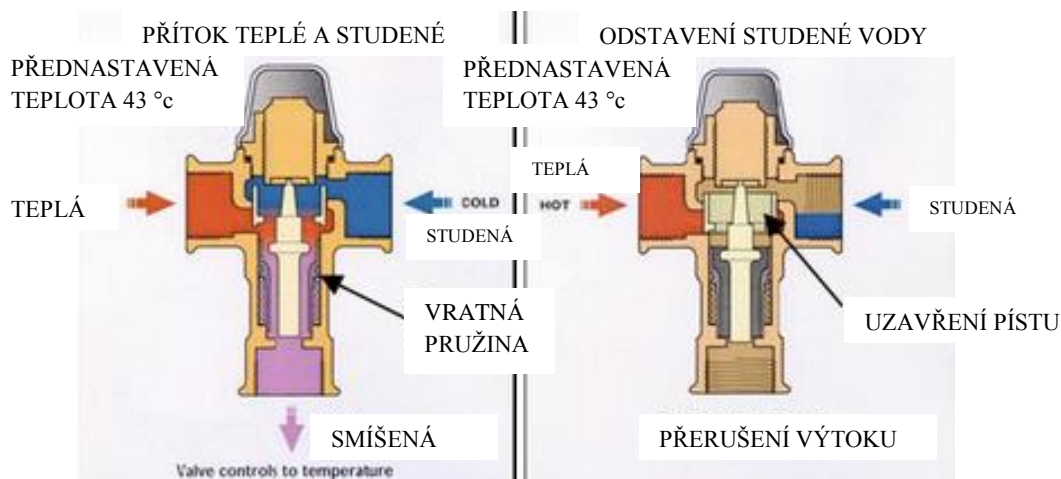
## **Úsporné varianty pro výtokové armatury:**

### 1) Centrální termostatické ventily

Zabraňují opaření teplou vodou. Míchají vodu v centrálním směšovači a do výtokových armatur putuje pouze potrubí se smíšenou vodou, jedná se tedy o jednoventilové baterie. Vyžadují vodu bez nečistot a dostatečný pracovní přetlak, protože ve směšovači jsou velké místní tlakové ztráty. Pokud se budeme bavit o úspoře, tak dle provozu můžeme ušetřit mezi 40 – 50 % teplé vody.

Návrhem nastavujeme stálou teplotu vody, čímž dojde k úspoře především teplé vody. Návrh je vhodný do restauračních či stravovacích zařízení v hygienických místnostech. Existují i termostatické baterie, které regulují teplotu pouze pro jednu směšovací armaturu, kdy regulace probíhá přímo u samotné výtokové armatury, ovšem tento typ je vhodný zejména do rodinných domů, protože uživatel může samovolně měnit teplotu vody. Ventily podléhají zkouškám, které zajišťují ochranu před opařením při výpadku studené vody viz *Obr. A 13. [b]*





Obr. A 13 Princip termostatického ventilu [16]

## 2) Automatické baterie

Umístěný pohybový senzor ve spodní části baterie otevírá průtok vody po vložení rukou pod baterii pomocí elektromagnetických ventilů s infračerveným pohybovým indikátorem a vypíná se po oddálení dlaní od baterie s určitou rezervou (dobou doběhu). Je možnost volby průtokového objemu přiškrcením umístěného ventilu a také nastavit dobu průtoku od otevření. Baterií protéká jednotná teplota vody, kdy její regulace může být přístupná u viditelného prostoru baterie. [b] Úspora teple i studené vody v závislosti na nastavení je většinou u špatně fungujících baterií vyšší, neboť raději hygienu zkrátíme, než abychom mávali dlaněmi pod baterií a snažili se upozornit senzor, že jsme stále přítomni. Toto většinou způsobují slabé baterie, neboť elektrické napájení zajišťují nejčastěji monočláňkové baterie (6V či 24V), nebo vadný, či špinavý senzor.



Obr. A 14 Automatická baterie [17]

## 3) Stlačovací baterie s automatickým uzavíráním

Stlačením mechanického či elektronického ventilu započne časový interval, během kterého baterií protéká konstantní průtok o předem nastaveném poměru teplé a studené vody. Běžně můžeme dobu průtoku volit od 2 sekund až do 3 minut. Součástí může být i automatický proplach baterie. Úspora vody tkví v principu přerušovaného průtoku, který může zkrátit dobu oplachu, a především v úspoře teplé vody, jelikož její průtočné množství je pevně nastaveno. V rozporu s tímto tvrzením mohou být opět stlačovací baterie s lehce přístupnou redukcí teploty. Použití je vhodné především do společných hygienických zařízení např. wellnesscentra, nebo aquaparky. [b]



Obr. A 15 Stlačovací baterie s automatickým uzavíráním [18]

#### 4) Žetonové baterie

Časový interval průtoku vody počíná vhozením žetonu nebo mince a po jeho uplynutí končí. Další možností je předem nastavený vypínací objem vody. Obě varianty slouží zejména k úspoře vody a nákladů na ohřev teplé vody a to ve vysoké míře. Nebojím se říci, že tento systém může uspořit až 300 % vody a nákladů na její ohřev. Umístění je typické pro letní kempy, stanová městečka a podobné provozy, kde se můžeme často setkat se situací, že dojde k uzavření výtokové armatury, aniž by byl dokončen oplach od mydlin. Toto je většinou doplněno i o automatické zhasínání světelného zdroje ve sprchové kabině, proto je tato varianta velmi nepopulární u koncových uživatelů.

#### 5) Umístění provzdušňovače proudu vody

Do výtokové trubičkové baterie umyvadla, sprchy, bidetu nebo klozetu můžeme umístit zařízení tzv. perlátor, který usměrňuje proud výtoku a přimíchává do něj okolní vzduch. Proud vody je při výtoku napěněný po krátký časový úsek. Princip funkce je založený na vysoké rychlosti průtoku zúženým místem a následným napěněním díky umístěnému sítku i ve více úrovních, které přimíchává do proudu vody okolní vzduch. Napěněná voda má lepší přilnavost k obtékaným povrchům a nedochází k jejímu rozstříkávání. Tento způsob nabývá dojem silného proudu s úsporou 50 % vody. Nevýhodou systému je usazování a rozmnožování mikroorganismů na povrchu sítko, především v době nečinnosti, proto před použitím baterie po delší době je dobré nechat proudit vodu přes provzdušňovač přibližně 4 sekundy. [b]



Obr. A 16 Perlátory [19]

#### 6) Úsporné sprchové hlavice

Při sprchování můžeme využívat více druhů úspory vody a vzájemně je kombinovat. Můžeme využít funkce již zmíněného perlátoru ve větším provedení se zúženými tryskami na sprchové hlavici, které jsou rozmístěny po větší ploše přibližně 2,5x větší než u klasických sprchových hlavice. Spolu s ním jsou na trhu sprchové hlavice, které umožňují přerušení průtoku vody ventilem umístěným v počátku rozšíření hlavice pro pozastavení průtoku vody při potřebné době namydlení.

Výhodou je především fakt, že pokud bychom toto přerušení provedli přímo na baterii, může dojít k rozhození teplotního nastavení průtočné vody a proto většinou necháváme baterii zapnutou. Úspora vody se v tomto případě pohybuje při správném použití okolo 15 %. V případě sprchování šetříme spíše náklady spojené se samotným ohřevem vody. [b]



Obr. A 17 Úsporná sprchová hlavice [20]

### A.1.2.2) Úspora vody u ostatních zařizovacích předmětů

#### 1) Úsporné WC

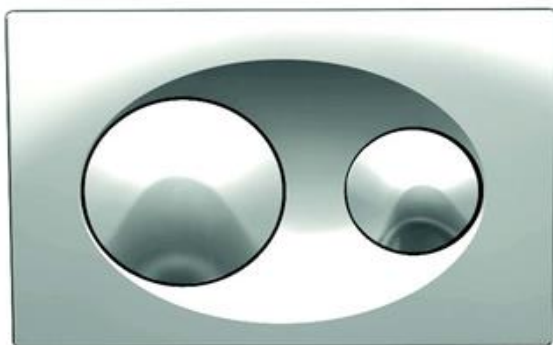
Splachování záchodové mísy se dnes odehrává výlučně za pomoci nádržkového splachovače, neboť při použití splachovače průtočného bychom museli uvažovat mnohonásobně vyšší dimenze pro rozvod vody s vyššími rychlostmi, které jsou akusticky náročné. Dříve se používali splachovače o objemu nádržky cca 11 litrů bez možnosti přirozené redukce. Uzavření přívodu vody při spláchnutí se může provádět násilně stlačením pákového splachovače na opačnou stranu, ovšem pokud jej máme nainstalovaný v dosahu ruky a není zavěšen na provázku. Jedinou možností úspory vody v těchto velkoobjemových nádržích je proto vyplnění objemu jinou hmotou. Setkal jsem se s redukcí objemu pomocí vyplnění nádržky montážní pěnou, četl i o variantách s vloženou cihlou či plastovou lahví s pískem [25], ale existuje i varianta v podobě bobtnajících kuliček (vodních perel) nebo upraveného ocelového válečku, který se zavěšuje přímo k pístu splachovacího zařízení.



Obr. A 18 Vodní perly pro vložení do záchodové nádržky [21]

Dnešní splachovače již běžně obsahují splachování kombinační dvoutlačítkové, tedy s možností výběru spláchnutí malého 3 l a velkého 6 l, případně vyprázdnění celého obsahu nádržky při stisknutí obou tlačítek najednou. Tlačítka jsou podle druhu ovládání mechanické nebo poloautomatické s elektronickým zařízením. Připojení na vodovod je provedeno pomocí dostačující dimenze z hlediska maximální rychlosti průtoku na DN 16. Pokud nebudeme uvažovat s normovými požadavky, které právě tyto minimální limity předepisují, můžeme zakoupit i zařízení s malým spláchnutím o 0,5 l a velkým o 5 l s možností regulace, ovšem riskujeme ucpání kanalizačního systému, nedokonalé spláchnutí a množení mikroorganismů. [d]

Spotřeba vody pro splachování je v této oblasti nejmarkantnější, proto by měl být návrh úsporného WC prioritní v úsporných opatřeních.



Obr. A 20 Ukázka záchodového nerez splachovače [22]



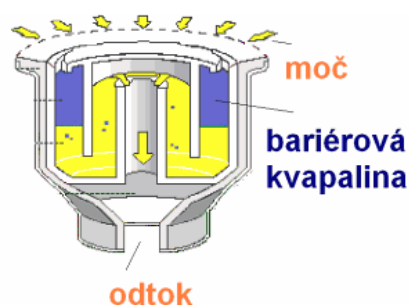
Obr. A 19 Ukázka záchodového plastového splachovače [23]

## 2) Úsporný pisoár

Při návrhu pisoáru můžeme využít nádržkový (přítokové potrubí min DN 16) či průtokový splachovač (přítokové potrubí min DN 25). Normově nevyhovující je i možnost použití suchého pisoáru, který pro svoji funkci nevyžaduje přívod vody.

Objem jednoho spláchnutí je přibližně 1,5 litru. Úsporné pisoáry mají speciální tvar s objemem spláchnutí 1 litr. Důležitá je také volba ovládání. Máme možnost mezi tlačítkovým mechanickým či automatickým (pohybovým IR; tepelným; fotobuňkovým) splachovačem. Úspora vody není tak markantní jako v případě splachování nádržového WC. Návrhem můžeme uspořit přibližně 30 % z vody na splachování pisoárů.

Výše zmíněné suché pisoáry pracují na principu zápachové propustné manžety, která propouští moč a nepropouští zápach. Použití je normově prozatím zakázané. Obrovskou nevýhodou je nutná výměna umístěných manžet cca 2x až 5x v roce vzhledem na náročnosti provozu. Pořizovací náklady představují koupi speciálního pisoáru za cca 7500 Kč a pravidelné investice spojené s pořízením vyměnitelných kapslí a manžet, jejichž cena se odvíjí od kvality a životnosti od 900 do 3500 Kč + náklady spojené s další údržbou. Suma sumárum je návrh prozatím ekonomicky nevýhodný, ovšem doba jde stále kupředu. [70]



Obr. A 21 Princip suchého pisoáru [24]



Obr. A 22 Suchý pisoár [29]

## 3) Úsporná myčka nádobí

Platí totožné nařízení: č. 1061/2010/EU o energetickém štítkování myček nádobí pro domácnost. [26]

Příklad zařazení úsporné myčky nádobí:

- myčky šířky 45 cm: energetická třída A++ a průměrná spotřeba vody do 2800 litrů za rok
- myčky šířky 60 cm: energetická třída A+++ a průměrná spotřeba vody do 2800 litrů za rok

## 4) Úsporná pračka

Praní prádla je již běžnou záležitostí automatického režimu. Spotřebu vody pro jeden prací cyklus uvádí výrobci v technické dokumentaci. Hodnoty musejí splňovat hodnoty



uvedené v nařízení č. 1061/2010/EU o energetickém štítkování praček pro domácnost ze září 2010. [27]

Příklad zařazení úsporné pračky:

Energetická třída: A+++

Spotřeba vody: max 1760 litrů na 1 kg prádla za rok

Třída účinnosti odstředování:

- Pračky plněné zepředu standard a plněné shora: třída A
- Pračky plněné zepředu slim: třída A nebo B

### 5) Délka připojovacího potrubí

Tento bod se týká všech zařizovacích předmětů, na které je napojen přívod teplé vody ohřívané ústředně či centrálně. Délka připojovacího potrubí teplé vody, vycházející z e stoupacího potrubí musí být co nejkratší, abychom omezili objem vody, který je nutný odpustit ze zařizovacího předmětu, než se teplota vody dostane na úroveň námi pocitově přijatelnou. Z tohoto důvodu nenavrhujeme zbytečně velké dimenze teplé vody a snažíme se přibližovat ideální průtočné rychlosti 2 – 2,8 m/s. Dále musíme dodržet limit uvádějící, že maximální objem vody v připojovacím potrubí pro umyvadla a dřezy nepřesáhne 2 l a připojovací potrubí pro výlevky, vany a sprchy objem 3 l. Dále dle normy ČSN EN 806-2 se musí dostat teplota vody na teplotu min. 50 °C po uplynutí 30 sekund od doby otevření armatury v poloze teplá v maximálním průtoku. [a]

Pokud si myslíme, že ochlazování potrubí se dá zabránit zateplením potrubí izolací, tak jsme na omylu. Přívodní a připojovací potrubí teplé vody, která nejsou opatřena cirkulačním potrubím je zakázáno izolovat, neboť v pomalu vychládající vodě, je zvýšen vývoj bakterie *Legionella pneumophila*, které vyhovuje teplota pro rozmnožování 20 – 45 °C. Musíme tedy umožnit co nejrychlejší vychladnutí potrubí.



Obr. A 23 Detail bakterie *Legionella pneumophila* [30]

Přibližná úspora nelze nikdy vystihnout, ale pokud bude návrh připojovacího potrubí teplé obsahovat hraniční 2 l pro umyvadlo, můžeme při jejím zkrácení uspořit přibližně až 200 % smíšené vody při každém mytí.

Častější situace je taková, že pokud do 4 sekund od spuštění kohoutku nezačne téci teplá voda z armatury, provádíme mytí ve studené vodě, čímž v podstatě naženeme teplou vodu do vychládlého potrubí a účinek tohoto mytí je více jak záporný. Ve starých objektech je tento špatný návrh velmi častý a nejpříjemnějším řešením je pouze dodatečné ovinutí topného elektrického kabelu kolem potrubí, který vodu dohřívá. Vytvoření cirkulačního potrubí je v tomto případě většinou nerealizovatelné a drahé.

## A.2) Úspory energií v profesích ZTI

Dalším velkým tématem dnešní doby je snižování spotřeb energií na provoz budov. Pro klasifikaci energetických náročností budovy byl vytvořen systém označován jako: „Energetické štítkování“. Upravuje jej norma ČSN 73 0540-2 a podle druhu budovy využijeme i dalších předpisů např. *Vyhláška č. 78/2013 Sb. O energetické náročnosti budov*; a dále *Vyhláška č. 480/2012 Sb. O energetickém auditu a energetickém posudku*. Díky tomuto zařadíme budovu dle předem předdefinovaných posuzovaných energetických faktorů do sedmi možných kategorií (A – G), kde označení „A“ představuje velmi úspornou budovu.

Některé z těchto faktorů představují právě posouzení profesí ZTI z hlediska energetické náročnosti. Dle těchto požadavků jsem rozdělil popis úspor energií do dvou hlavních celků.

- 1) Úspora energie s využitím KONDUKCE
- 2) Úspora energie s potlačením KONDUKCE

Kondukcí, neboli vedení tepla přestupem mezi teplosměnnými povrchy dvou těles, je fyzikální jev, který popisuje změnu části vnitřní energie tělesa v čase. Tento jev nás provází téměř při všech typech řešení úspor v objektu a to nemluvím pouze o profesích ZTI, kdy stejně podstatnou část doplňuje fyzikální jev – KONVEKCE, neboli přestup tepla sáláním, který se spíše uplatňuje při návrhu vytápění a vzduchotechniky. [31] Pokud správně pochopíme tento výklad, pak jako druhotnou částí je již samotná úspora zdroje energie (elektrická energie, plyn, tuhá paliva apod.), která úměrně závisí na využití těchto fyzikálních jevů.

### A.1.1) Úspora energie s využitím KONDUKCE

*Návrh zařízení o dostatečné teplosměnné ploše, která umožňuje vedení tepla přestupem v co možná největší míře.*

#### A.1.1.1) Využití tepelné energie šedé vody

Před samotným čištěním této vody můžeme využít energie, kterou jsme do ní dodali před spotřebou, tedy její vnitřní potenciál může být chápán jako druhotný zdroj tepelné energie. Mám na mysli vodu z výtokových armatur umyvadel, van, sprch, případně i kuchyňských dřezů, dle druhu využitého tepelného výměníku. Její teplota se pohybuje mezi 20 – 40 °C při vstupu do vnitřní kanalizace. Pro využití této odpadní energie využíváme s výhodou tepelné výměníky, které přes teplosměnné plochy předávají teplo systémům pro její zpětné využití. Konečným produktem systému je úspora energie nejčastěji na ohřev vody za cenu odtékání odpadní vody o nižší teplotě. Teplo obsažené v odpadních vodách může být přínosné pro samotné čištění, nebo jej můžeme využívat pro provoz v ČOV, ale o této možnosti se již více rozepisovat nebudu. [69]

##### 1) Lokální výměník šedé vody

Jedná se o rekuperaci tepla v místě jeho potřeby. Využijeme jej především pro úsporu energie při sprchování, či sprchovací bezakumulační koupeli, neboť odtékající odpadní voda, jejíž teplota se pohybuje kolem 35 °C, odevzdává část své tepelné energie přes výměník vodě vstupující do zdroje. Samotný výměník z nerezové oceli opatřen ABS plastovým obalem je umístěn nejčastěji pod sprchovou vaničkou o rozměrech 5,5 x 1,4 x 0,9 cm obsahuje 4 otvory

a předávání energie probíhá přes dvojitou stěnu, neboť bez této podmínky by nemohl využívat šedou vodu pro svou rekuperaci, jak nám to ukládá normová podmínka ČSN EN 1717. Uvnitř systému se nachází spleť ocelových kanálků, kterými proudí pitná voda a ta je ohřívána kolem proudící šedou vodou. Účinnost systému je až 45 % [32] dle vstupních parametrů. Teplotní odolnost je 90 °C, ovšem takto vysokou teplotu vody není možné vypustit ani z výtokové baterie, natož do kanalizačního systému.

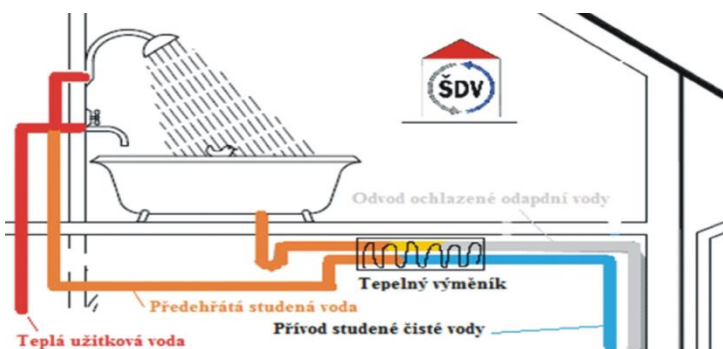


Obr. A 24 Lokální výměník teplé vody AS-SPRCHA firmy Asio [32]

Princip ohřevu může být dvojího typu. Buďto je napojen do výměníku přívod studené vody, jejíž teplota se zvýší z 10 °C na cca 23°C a nejlépe přes termostatický ventil, udržující konstantní teplotu, je přímo využíván pro sprchování. Účinnost při začátku sprchování je logicky nulová a s dobou narůstá na stabilní úroveň (přibližně po 20 -30 sekundách) a nutno říci, že touto vobou šetříme zásobu teplé vody. Druhý způsob je napojení do výměníku vody teplé místo studené viz Obr. A 25-26. V tomto případě platí stejný princip i teplotní účinnosti, ovšem po výstupu přehřáté vody z výměníku je nutný lokální dohřev teplé vody. Výhoda systému spočívá v tom, že spotřeba energie na dohřev vody je nižší. [69]



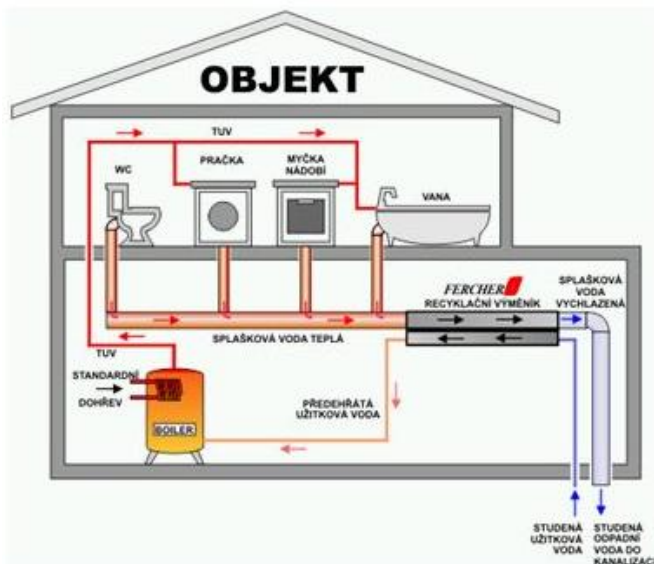
Obr. A 26 Sprchový výměník s lokálním přehřevem TV [32]



Obr. A 25 Vanový výměník s lokálním přehřevem TV [32]

## 2) Výměník šedé vody na odpadním či svodném potrubí

V tomto případě platí stejný princip jako pro lokální výměník, ovšem pro použití zahrne i ZP jako dřez, umyvadlo, pračka a myčka. Kolem kanalizačního potrubí je omotán systém měděných kanálků, jimiž proudí studená pitná voda o teplotě cca 10°C. V oblasti výměníku je tedy provedena změna materiálu na měděné odpadní potrubí, na niž je bodově přivařena a obtočena měděná spirála pro pitnou vodu viz *Obr. A 28*. V případě instalace výměníku již na hotové svodné potrubí se potřebný kus jednoduše odřízne a nahradí. System je nevýhodný s malou účinností pro využití okamžité spotřeby, proto se získaná energie spíše využívá pro předehřev vody v akumulční nádrži, kdy ovinutí situujeme nejčastěji do technických prostor na svodné potrubí. Vstupující teplota šedé vody je již délkou trasy ochlazená a účinnost je menší než v případě lokálního ohřevu viz *Obr. A 27*. Umístění rekuperátoru přímo do potrubí je nepřipustné, neboť by docházelo k jejímu zanášení nečistotami především z kuchyňských dřezů. [69]



*Obr. A 27 Tepelný výměník na svodném potrubí [33]*

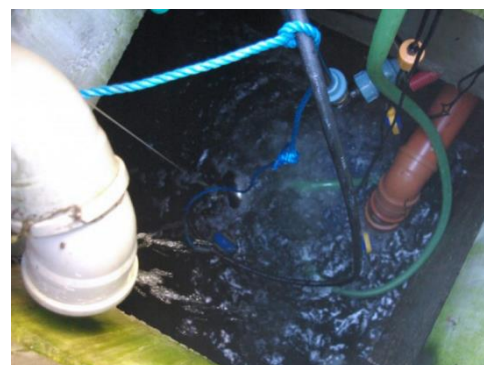


*Obr. A 28 Detail ovinutí potrubí měděným drátem na měděném kanalizačním potrubí [34]*

## 3) Centrální výměník šedé vody

Tento systém označují jako neúčinnější pro rekuperaci tepla větších budov s delší dobou provozu (vývařovny, prádelny, administrativní budovy, restaurace a průmysl). U staveb typu rodinného domu je sice možné systém instalovat, ovšem jeho účinnost je zanedbatelná, neboť odvod šedé vody z budovy není v dostatečném a pravidelném množství. Princip tohoto zařízení je založen na ohřevu cirkulující vody šedou vodou, která je centrálně nebo ústředně svedena do kanalizační jímky.

Opět máme dvě možnosti. Jednak můžeme využít systém podobný podlahovému vytápění, kdy po smáčených plochách jímky provedeme rozvod cirkulační vody s co možná největší délkou, nebo vodu čerpáme do centrálního víceúrovňového výměníku umístěného v oddělené



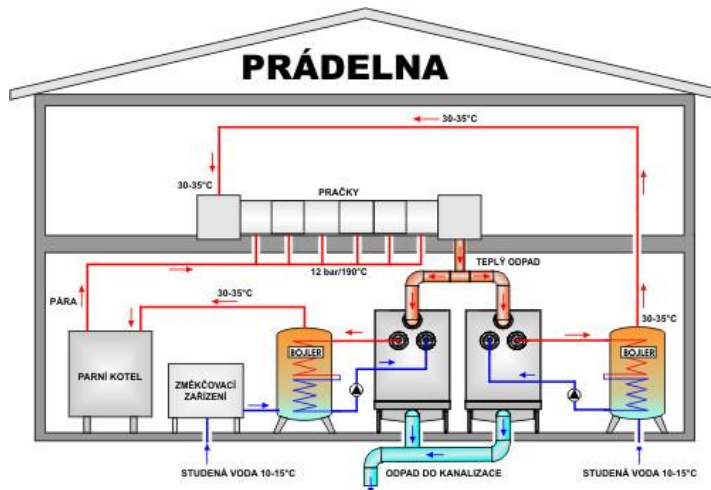
*Obr. A 29 Centrální jímka šedé vody [36]*



místnosti viz *Obr. A 31* a poté ji svádíme zpět do kanalizační jímky. Samotná jímka slouží jako částečná akumulace šedé vody a musí být zajištěn odvod do kanalizačního systému přepadovým potrubím. [69]

Odebranou energii použijeme pro předehřev vody v zásobníku TV, kdy o ní mluvíme jako o sekundárním zdroji energie, ovšem s výhodou ji použijeme i při ohřevu topné vody v akumulčních nádržích. Zde se opět jedná o sekundární zdroj energie a musí být doplněn zdrojem primárním.

Odběr tepla je omezený, pokud jímka je situována v exteriéru, neboť musíme zabránit možnému zamrznutí šedé vody v uvažované jímce. Systém je proto regulován a jeho funkce je nastavena pro předem určené teploty. [35]



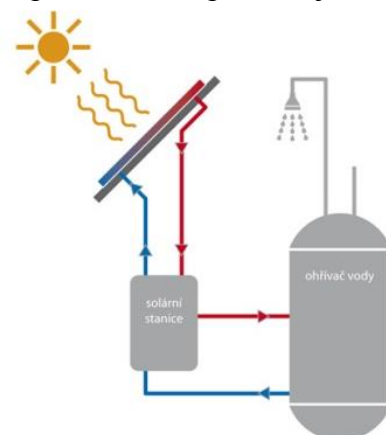
*Obr. A 30* Použití zásobníků šedé vody v provozu prádelny [37]



*Obr. A 31* Vnitřní víceúrovňové výměníky šedé vody firmy SUP Technology [38]

### A.1.1.2) Využití sluneční energie

Dnes nevíce využívaným účinným systémem pro úsporu energií ve ZTI pro rodinné domy je jednoznačně instalace solárních kolektorů nejčastěji na střešní rovinu. Slouží k pohlcení solární energie a její následné přeměně na energii tepelnou za pomoci teplotnosné kapaliny protékající klikatým rozvodem v kolektoru, kdy je energie odevzdávána akumulční nádobě, jakožto její sekundární zdroj ohřevu. Uvažovanou teplotnosnou kapalinou je voda, nebo směs vody, nemrznoucích a jiných látek. Využití nachází i v předehřevu vody pro vytápění a vstupujícího vzduchu ve vzduchotechnice. [39] Pokud zmíním účinnost systému, tak její hodnota uspoří až 60 % nákladů spojených s ohřevem vody. Výrobci ovšem často uvádí čísla vyšší. [40]



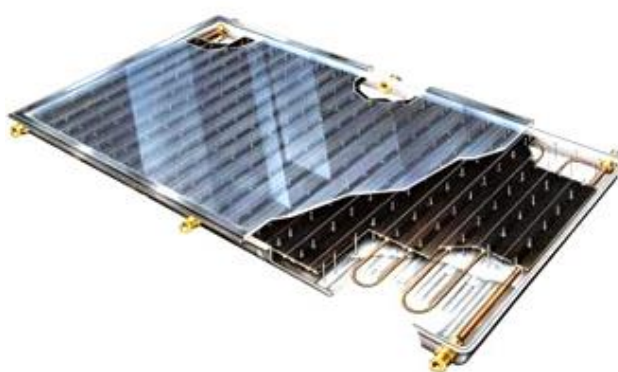
*Obr. A 32* Schéma zapojení kolektoru [49]

Typy solárních kolektorů: [39]

- plochý nekrytý - (plastová rohož bez zasklení; použití při ohřevu bazénu)
- plochý neselektivní - (zasklený s kovovým absorbérem; černý povlak; sezónní přehřev)
- plochý selektivní - (-| |-; spektrálně selektivní povrch; boční izolace; celoroční použití)
- plochý vakuový - (-| |-; izolovaný prostor o nízkém tlaku-podtlaku; teplota vody až 100°C)
- trubkový jednostěnný vakuový - (-| |-; teplota vody nad 100°C)
- trubkový dvojtěnný (Sydney) - (vhodný pro vytápění)
- soustředující (koncentrační) – (vhodný pro vytápění)



Obr. A 34 Plochý selektivní kolektor [41]



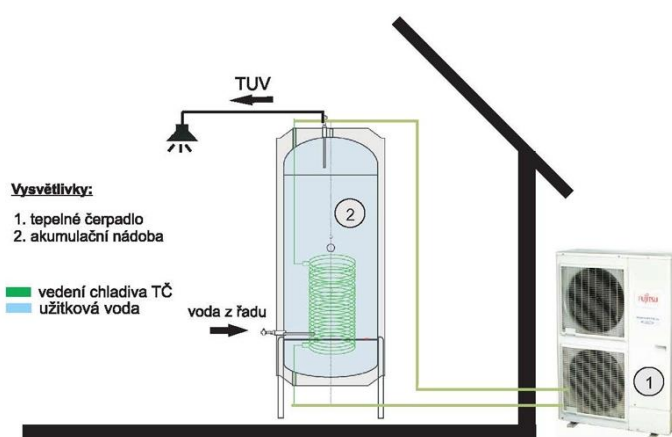
Obr. A 33 Plochý vakuový kolektor [42]

### A.1.1.3) Využití zemní energie

Další možností je zřízení tepelného čerpadla typu VZDUCH – VODA viz Obr. A 35, nebo ZEMĚ - VODA viz Obr. A 34 pro ohřev teplé vody, jakožto její sekundární zdroj ohřevu akumulacním způsobem. Tato varianta spolu se solárními kolektory je nejčastější, avšak pokud má tepelné čerpadlo funkci ohřevu teplé vody, již se nekombinuje například s ohřevem vody pro vytápění. Účinnost systému až 60 %. [43]



Obr. A 35 Tepelné čerpadlo ZEMĚ - VODA [45]



Obr. A 36 Schéma zapojení tepelného čerpadla VZDUCH - VODA [44]

### A.1.1.3) Využití tepelné energie při chlazení

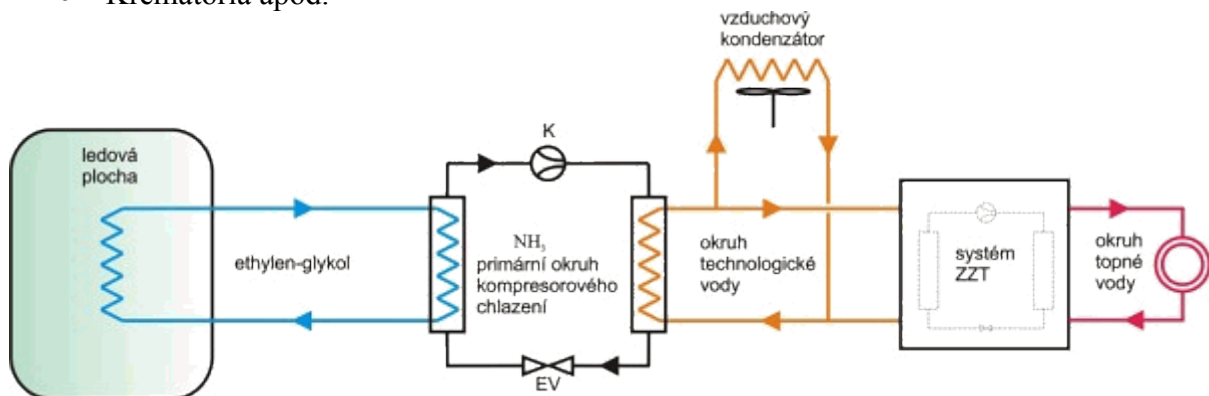
Pokud máme k dispozici zařízení či provoz, který potřebujeme chladit, vzniká nám při této činnosti odpadní teplo (např. při kompresorovém chlazení), které může podléhat dalšímu využití. O velké účinnosti tohoto systému můžeme mluvit pouze u velkých zařízení či provozů, kde je tento způsob úspor ekonomicky výhodný, naproti tomu odpadní teplo vzniklé např. v malých oddělených mrazicích boxech nevyužíváme. Princip systému spočívá opět v cirkulaci kapaliny, tentokrát spíše chladiva (běžně  $\text{NH}_3$  – čpavek), které mění své skupenství a proto teplota varu oběhové kapaliny musí být přijatelná se zvoleným typem kompresorového chlazení. Tento okruh je možné napojit do ZZT (systém zpětného získávání tepla) buďto na primární oběhový okruh, nebo za pomoci vytvoření sekundárního okruhu. Účinnost systému opět závisí na typu provozu a představuje až 100 % úspor energie na ohřev TV. Využití je možné i v dalších instalačních systémech, jako vytápění, či vzduchotechnika. [46]

Provozy vhodné pro zakomponování ZZV:

- Zimní sportovní stadiony
- Administrativní budovy
- Pavilony
- Aquaparky
- Serverovny
- Jateční provozy
- Mlékárenské provozy
- Ostatní průmyslové provozy
- Krematoria apod.



Obr. A 37 Kompresorový chladič kapalin [47]



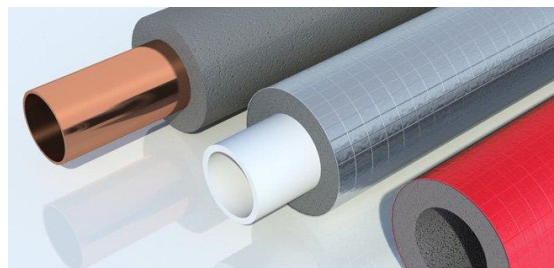
Obr. A 38 Schéma chladičícího okruhu zimního stadionu [46]

## A.1.2) Úspora energie s potlačením KONDUKCE

*Návrh opatření teplosměnné plochy, které znemožňuje vedení tepla přestupem v co možná nejmenší míře.*

### A.1.2.1) Tepelná izolace potrubí

Rozvody ZTI je nutno tepelně izolovat jednak z hygienického hlediska (izolace potrubí studené vody) a z hlediska úspor energie v rozvodech teplé a cirkulační vody podle Vyhlášky č. 193/2007 Sb. Stanovení účinnosti užití energie při rozvodu tepelné energie. Potrubí pitné či studené užitkové vody izolujeme z důvodu nadměrného ohřívání od okolního prostoru, kde předpokládáme vnitřní vedení vodovodu. Vstupní výpočtová teplota pitné vody je stanovena na 10 °C, avšak teplota vnitřního obytného vytápěného prostoru počítá s teplotou 20 - 23 °C. Podle rozdílu teplot, velikosti dimenze potrubí a druhu materiálu pro vodovod a tepelnou izolaci stanovíme potřebnou tloušťku stěny izolace, která musí vyhovovat požadavkům této normy. Stejně je tomu i u ostatních druhů potrubí, ovšem z hlediska úspor navyšujeme sílu izolace na teplovodním vedení nehledě na minimální normové požadavky.



*Obr. A 39 Tepelná izolace potrubí z pěněného polyethylenu [48]*

Používáme izolace s minimálním součinitelem přestupu tepla, které jsou v některých případech opatřeny ochrannou či kondenzační vložkou. Jedná se o izolace z minerální (kamenné) vlny, syntetického kaučuku, polyuretanu, nebo polyethylenu. Ekonomicky nákladnější je také možnost použití izolace z pěnového skla.

Instalace izolace je možná buďto návlekm, před samotným propojením všech částí rozvodu, nebo dodatečným zateplením izolací s prořízlým průměrem. Tu používáme v případě, že je vyloučena možnost kondenzace vody na povrchu. Jak bylo zmíněno v kapitole A.1.2.2 – 5), izolaci teplé vody nesmíme použít v případě, že není doplněna o cirkulační potrubí s nuceným oběhem. To se týká i přípojovacích úseků pro rozvod k zařizovacím předmětům. [b]

### A.1.2.2) Volba ohřevu vody

Pro prvotní záměr systematického fungování sítí TZB v budově volíme i princip ohřevu teplé vody. Máme na výběr z více možností:

- Místní ohřev teplé vody (zdroj teplé vody nejčastěji pro jednu výtokovou armaturu)
- Centrální ohřev teplé vody (zdroj teplé vody pro skupinu výtokových armatur)
- Ústřední ohřev teplé vody (zdroj teplé vody pro jednu, či více budov)
- Jejich vzájemná kombinace (rozsáhlé provozy – pavilony, velké školy)

Po zvolení jedné z variant ohřevu musíme provést rozvedení teplé vody k uvažovaným ZP. Délka potrubí, respektive vzdálenost ZP od zdroje tepla, má přímý vliv na tepelnou ztrátu potrubí po délce trasy, a čím delší uvažujeme trasování, tím větší tepelné ztráty musíme kompenzovat zdrojem energie. Poměrově je tepelná ztráta potrubí vyšší, než v samotném



zásobníku TV, proto se snažíme volit rozvody teplé vody co nejkratší, pokud nám to provoz budovy dovolí. [a]



Obr. A 41 Místní příprava TV [51]



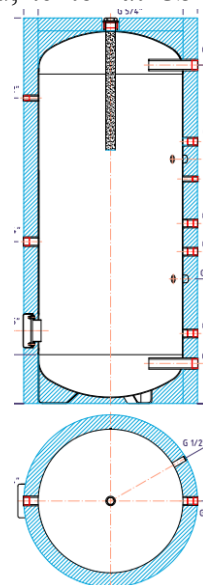
Obr. A 40 Ústřední příprava TV – stacionární zásobník [50]

### A.1.2.3) Velikost zásobníku TV + zaizolování

Čím větší teplosměnná plocha zásobníku TV, tím větší tepelné ztráty musíme uvažovat při samotném provozu. Z logiky věci tedy volíme zásobník o takovém objemu, aby vykrýval špičkový odběr teplé vody. Tímto návrhem eliminujeme více než nezbytné ztráty přestupem tepla konstrukcí zásobníku. Opět využijeme normových předpisů, tentokrát ČSN 06 0320 - *Tepelné soustavy v budovách - Příprava teplé vody*, kde je uveden postup výpočtu, který uvažuje potřebu teplé vody během zvolené periody (běžně 1 den). [f]

Podle požadovaného objemu zvolíme zásobník s poohlédnutím na sílu zaizolování tepelnou izolací. K tomu nám může pomoci energetické štítkování zásobníků TV, které je řadí od nejizolovanějších po nejhůře zaizolované. Stabilně se síla izolace pohybuje od 50 do 120 mm podle výrobce a objemu akumulované vody s požadavkem normy např. *DIN 4753 Tepelná izolace ohříváčů teplé vody do 1000 l jmenovitého obsahu – Požadavky a zkoušení*.

Z materiálového hlediska se můžeme setkat s izolací typu tvrzená polyuretanová pěna, kombinace vláken PES, nebo minerální vlna.



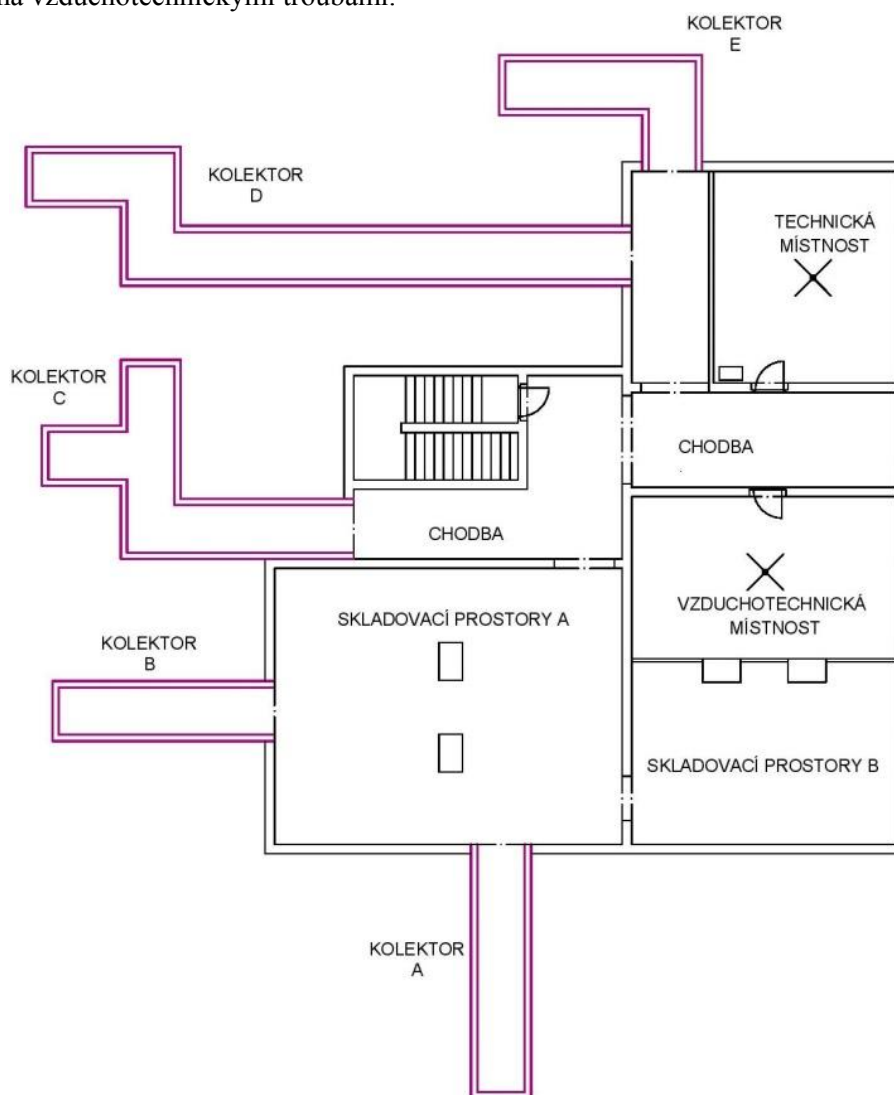
Obr. A 42 Tepelná izolace – polyuretanová pěna tl. 50 mm stacionárního zásobníku o 400 l TV [52]

## B) Výpočtová část

### Úvod

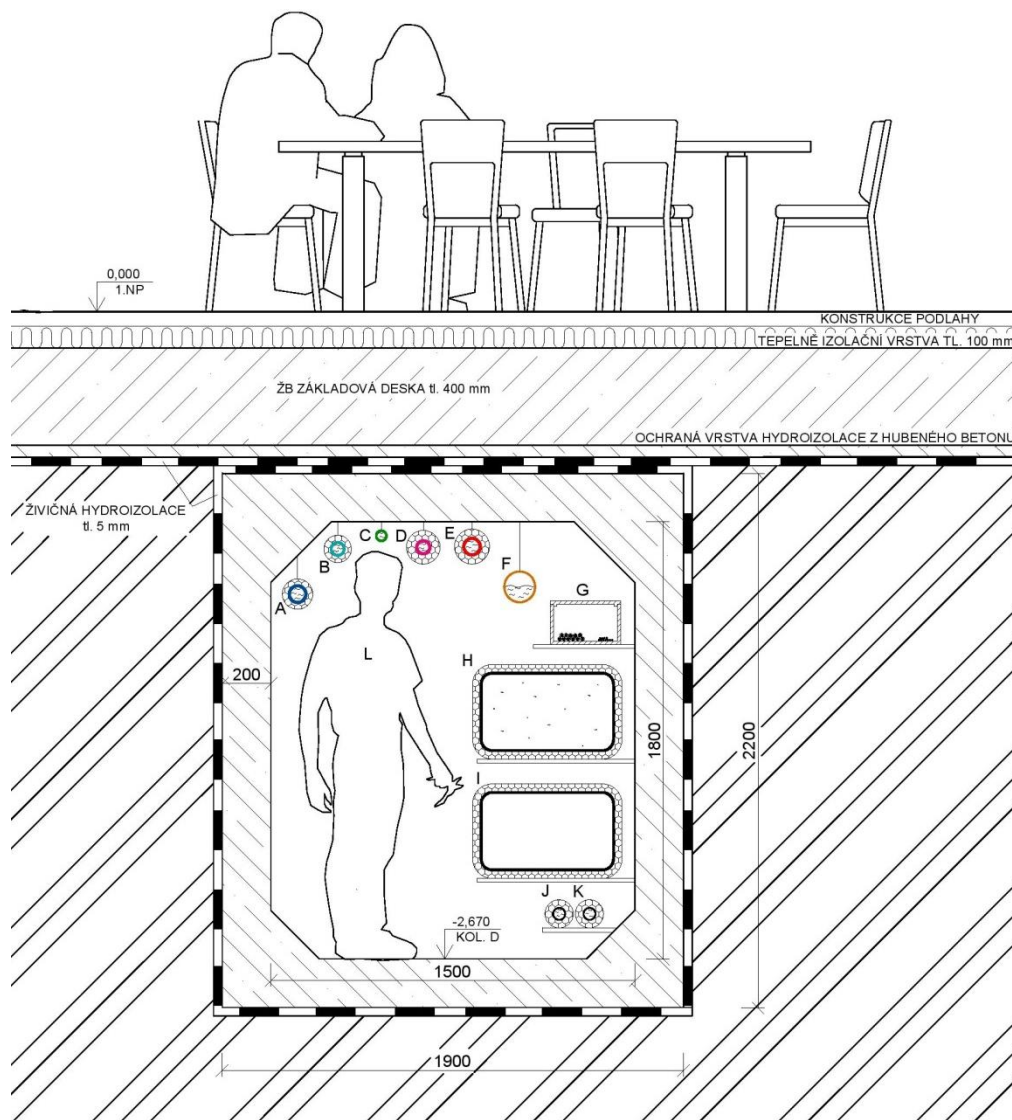
Výpočtová část bakalářské práce je věnována projektu zdravotnické základní školy na úrovni rozšířené dokumentace pro stavební povolení se zaměřením na vedení instalací v PP doplněná výpočtem zapojených zařízení. Základní škola se nachází v Obci Náklo s možností připojení na běžné inženýrské sítě. Objekt disponuje 3. NP a součástí je také sportovní hala, jejíž hygienické zázemí řadím k objektu školy. Ve skutečnosti je objekt nepodsklepený a všechny horizontální TZB systémy jsou vedeny v zemním tělese pod objektem, nebo v podhledu převážně 1NP. V rámci této práce bylo objektu přidáno podzemní podlaží, do kterého se přesunula většina centrál TZB. Nově nám vznikl uskupený systém spodních horizontálních rozvodů, které můžeme kdykoli kontrolovat.

V nově navržených prostorech se bude nacházet nejen nová vzduchotechnická místnost, se kterou původní návrh nepočítá a objekt je bez klimatizace, ale roveň nám vznikají prostory, kam můžeme umístit zařízení potřebné pro provoz studené užitkové vody, neboť návrh je nově doplněn o zpětné využívání dešťové vody. V konečném součtu nám vzniká soustava horizontálního vedení pro 11 druhů potrubí, pokud budeme uvažovat s rekuperací odpadního vzduchu, tedy s dvěma vzduchotechnickými troubami.



Obr. B 1 Návrh kolektorů pod základní školou ve spojení s 1. PP

V nově navržených prostorech se bude nacházet nejen nová vzduchotechnická místnost, se kterou původní návrh nepočítá a objekt je bez klimatizace, ale roveň nám vznikají prostory, kam můžeme umístit zařízení potřebné pro provoz studené užitkové vody, neboť návrh je nově doplněn o zpětné využívání dešťové vody. V konečném součtu nám vzniká soustava horizontálního vedení pro 11 samostatných potrubí, pokud budeme uvažovat s rekuperací odpadního vzduchu, tedy s dvěma vzduchotechnickými troubami.



## LEGENDA:

- A POTRUBÍ PITNÉ VODY + TEPELNÁ IZOLACE
- B POTRUBÍ STUDENÉ UŽITKOVÉ VODY + TEPELNÁ IZOLACE
- C POTRUBÍ POŽÁRNÍ VODY
- D POTRUBÍ CIRKULAČNÍ VODY + TEPELNÁ IZOLACE
- E POTRUBÍ TEPLÉ VODY + TEPELNÁ IZOLACE
- F POTRUBÍ KANALIZAČNÍ SVODNÉ
- G KABELOVÝ KANÁL
- H POTRUBÍ VZDUCHOTECHNICKÉ ODVODNÍ + TEPELNÁ IZOLACE
- I POTRUBÍ VZDUCHOTECHNICKÉ PŘÍVODNÍ + TEPELNÁ IZOLACE
- J POTRUBÍ VYTÁPĚNÍ ( SMĚR DO OTOPNÝCH TĚLES) + TEPELNÁ IZOLACE
- K POTRUBÍ VYTÁPĚNÍ ( SMĚR DO PLYNOVÉHO KOTLE) + TEPELNÁ IZOLACE
- L TECHNICKÝ PRACOVNÍK MENŠÍHO VZRŮSTU (VÝŠKA - 165 cm)

Pozn: BAREVNĚ ZNAČENÉ INSTALACE BYLY SOUČÁSTÍ NÁVRHU

Obr. B 2 Schéma rozmístění instalací v kolektoru D pod základovou deskou

Z těchto všech důvodů připadá jako jediná vhodná varianta užití kolektorového vedení. Z ekonomického hlediska by se nevyplatilo objekt podsklepit celý, neboť prostory potřebné k provozu jsou již takto dostačující pro školu ve vesnici do 3000 obyvatel. Zvolil jsem proto netypickou variantu, a to objekt částečně podsklepit a doplnit kolektorovým vedením, neboli provést soustavu instalačních kanálů vycházejících z pomyslného řídicího centra. Tímto záměrem se nám výškově sníží stavba počítána od terénu, protože již neuvažuji s tak masivními podhledy pro vedení instalací.

Navrhuji použití železobetonových prefabrikovaných dílů opatřených hydroizolací ze všech vnějších stran, neboť musíme zabránit možnému šíření radonu skrz kolektor. Celkově je tato varianta proveditelnější, než vytvoření jednotné hydroizolační obálky (tzv. napojovat hydroizolaci kolektorů na hydroizolaci základů). Velikost jednotlivých bloků uvažuji maximálně 4 m z důvodů manipulace. Návrh průřezu samotného kolektoru vycházel z předpokladu, že po umístění všech systémů musí být kolektor částečně průchozí bez dodržení minimální podchodné výšky, neboť nepředpokládáme častý pohyb osob. Rozmístění instalačních vedení v kolektoru je patrné na přiloženém obrázku *Obr. B 2*. Vnitřní rozměry na 1500 x 1800 mm (šířka x výška) ovšem po umístění instalací se světlá výška sníží na 1600 mm, tedy jedná se o kolektor průlezný. Ze statického hlediska je provedeno zesílení v oblasti rohů a stěna počítá s mocností 200 mm. Samotný objekt je založen na základové desce, proto zatížení uvažuji plošné s konstantní hodnotou.

Z požárního hlediska nesmí být svislé šachtové vedení spojeno s kolektorem, proto bude v těchto místech vytvořena požární clona. Prostory kolektorů a PP budou temperovány na teplotě min. 15 °C s nucenou výměnou vzduchu  $n=0,2$  z hlediska zdravotní nezávadnosti. Návrh trasování kolektorů vychází z optimalizace co nejkratších tras pro kanalizační potrubí, aniž bych uvažoval s vedením splaškové kanalizace v zemním tělese pod budovou.



## B.1) Analýza potřeb budovy v profesích ZTI

### B.1.1) Bilance potřeby pitné vody

Pro potřebu pitné vody bude budova napojena na stávající vodovodní řad. Základní škola obsahuje celkem 10 kmenových tříd, přičemž v jedné třídě smí být max. 30 žáků. Stravovací zařízení není součástí budovy. Výpočet bude proveden na maximální možnou potřebu pitné vody, do které zahrnují i spotřebu ze sprchování po tělesné výchově. Potřeba vody pro pronájem sportovní haly je řešena částečně odděleně, protože její provoz bude probíhat až po zakončení výuky, tedy od 16:00. K výpočtu uvažují 28 uživatelů pronájmu za den (viz. Bilance potřeby teplé vody) s jednou návštěvou WC a osprchováním. Návrh vychází ze směrných čísel podle vyhlášky ministerstva zemědělství ČR č. 428/2001 Sb. Výpočty za pomoci [b] ; [d] ; [f]

Vstupní údaje:

#### A) Škola

Počet žáků	...	$n_1 = 10 \times 30 = 300$ mladistvých
Učitelé	...	$n_2 = 15$ dospělých osob
Ostatní personál	...	$n_3 = 4$ dospělé osoby (školník, sekretářka, ředitel, dozor)
Podlahová plocha	...	$2274 \text{ m}^2$

#### B) Hala

Uživatelé pronájmu	...	$n_4 = 28$ osob
--------------------	-----	-----------------

### B.1.1.1) Specifická denní spotřeba vody

#### A) Škola

Žáci ....	$q_1 = 25 \text{ l/os*den}$
Učitelé ...	$q_2 = 35 \text{ l/os*den}$
Ostatní personál ...	$q_3 = 40 \text{ l/os*den}$
Úklid podlah (sportovní hala 1x týdně) ...	$q_4 = 30 \text{ l/100m}^2\text{*den}$

#### B) Hala

Uživatelé Pronájmu	...	$q_5 = 10 \text{ l/os*den}$
--------------------	-----	-----------------------------

Uvažují částečnou spotřebu, protože využití sprchy každým pronájemcem je nepravděpodobný.

### B.1.1.2) Průměrná denní potřeba vody

#### A) Škola - $Q_{P,A}$

$$Q_{P, \text{zaci},A} = n_1 * q_1 = 300 * 25 = 7500 \text{ l/den}$$

$$Q_{P, \text{ucitele},A} = n_2 * q_2 = 15 * 35 = 525 \text{ l/den}$$

$$Q_{P, \text{ostatni},A} = n_3 * q_3 = 4 * 40 = 160 \text{ l/den}$$

$$Q_{P, \text{podlaha},A} = \text{plocha podlah ve } 100 \text{ m}^2 * q_4 = 22,7 * 30 = 681 \text{ l/den}$$

$$Q_{P,A} = Q_{P, \text{zaci},A} + Q_{P, \text{ucitele},A} + Q_{P, \text{ostatni},A} + Q_{P, \text{podlaha},A}$$

$$Q_{P,A} = 7\,500 + 525 + 160 + 681$$

$$Q_{P,A} = 8\,866 \text{ l/den} = 8,87 \text{ m}^3/\text{den}$$

**B) Hala -  $Q_{P,B}$** 

$$Q_{P, \text{pronajem,B}} = n_4 * q_5 = 28 * 10 = 280 \text{ l/den}$$

$$Q_{P,B} = Q_{P, \text{pronajem,B}} = 280 \text{ l/den} = 0,28 \text{ m}^3/\text{den}$$

**Celková průměrná denní potřeba vody**

$$Q_P = Q_{P,A} + Q_{P,B} = 8,87 + 0,28 = 9,15 \text{ m}^3/\text{den}$$

**B.1.1.3) Maximální denní potřeba vody**

součinitel denní nerovnoměrnosti ...  $k_d = 1,5$  (pro obec do 1000 obyvatel)

**A) Škola -  $Q_{m,A}$** 

$$Q_{m,A} = Q_{P,A} * k_d = 8\,866 * 1,5 = 13\,299 \text{ l/den} = 13,3 \text{ m}^3/\text{den}$$

**B) Hala -  $Q_{m,B}$** 

$$Q_{m,B} = Q_{P,B} * k_d = 280 * 1,5 = 420 \text{ l/den} = 0,42 \text{ m}^3/\text{den}$$

**Celková maximální denní potřeba vody**

$$Q_m = Q_{m,A} + Q_{m,B} = 13,3 + 0,42 = 13,72 \text{ m}^3/\text{den}$$

**B.1.1.4) Maximální hodinová potřeba vody**

*(Uvažuji oddělený provoz, nelze počítat společně)*

**A) Škola -  $Q_{h,A}$  [Denní provoz školy - 10 hod (7:00 – 17:00)]**

součinitel hodinové nerovnoměrnosti ...  $k_h = 1,8$

$$Q_{h,A} = (1/10) * Q_{m,A} * k_h$$

$$Q_{h,A} = (1/10) * 13\,299 * 1,8$$

$$Q_{h,A} = 2\,394 \text{ l/hod} = 2,39 \text{ m}^3/\text{hod}$$

**B) Hala -  $Q_{h,B}$  [Denní provoz haly - 4 hod (16:00 – 20:00), ovšem hlavní spotřeba vody proběhne převážně ve dvou periodách]**

$$Q_{h,B} = (1/2) * Q_{m,B} * k_h$$

$$Q_{h,B} = (1/2) * 420 * 1,8$$

$$Q_{h,B} = 378 \text{ l/hod} = 0,378 \text{ m}^3/\text{hod}$$

### B.1.1.5) Roční potřeba vody

- a) Návrh vycházející ze skutečných potřeb objektu

Počet provozních dnů ...  $d = 200$

$$Q_r = Q_p * d$$

$$Q_r = 9\,150 * 200$$

$$Q_r = 1\,830\,000 \text{ l/rok} = 1\,830 \text{ m}^3/\text{rok}$$

- b) Návrh vycházející ze směrných čísel dle přílohy č. 12 vyhlášky 428/2001 sb., který uvádí, že nesmí být překročena hranice maximálního ročního odběru vody, která je vztažená na počet osob v budově (*nezahrnuji provoz haly*).

- Max. odběr pro školy ...  $q_v = 6 \text{ m}^3/\text{os.rok}$

- Počet osob v budově ...  $\sum n_i$  (uvedeno výše)

$$Q_{r,\max} = \sum n_i * q_v$$

$$Q_{r,\max} = (n_1 + n_2 + n_3 + n_4) * q_v$$

$$Q_{r,\max} = (300 + 15 + 4 + 28) * 6$$

$$Q_{r,\max} = 2\,082 \text{ m}^3/\text{rok}$$

#### Porovnání roční spotřeby vody s maximální spotřebou

$$Q_{r,\max} < Q_r$$

$$2\,082 < 1\,830 \text{ [m}^3/\text{rok]}$$

>>> Návrh vyhovuje

Jak bylo již výše uvedeno, do výpočtu nevstupuje potřeba vody pro prázdninový provoz sportovní haly a to z několika důvodů:

- V letním období nepředpokládám časté využití haly, to nastane převážně v zimním období, kdy bude pronájem umožněn po výuce a o víkendech
- Kompenzací této skutečnosti je započítání potřeby vody pro plné využití pronájmu každý výpočtový den, celkem tedy v průměru 200 dní.
- Umístění haly je v obci Náklo na Olomoucku o počtu obyvatel do 1500 trvale žijících
- Většina sportovních oddílů se soustřeďuje do 6 km vzdáleného města Litovel (vyjma fotbalového klubu)

*Komplexně řečeno: Návrh potřeby vody pro halu vychází z mnoha faktorů, které ovlivňují její využití a tedy i spotřebu vody. Na velikost vodovodní přípojky návrh také nemá vliv, neboť špičkový průtok se bude odehrávat mimo provoz ZŠ.*

### B.1.2) Bilance potřeby teplé vody

#### B.1.2.1) Provoz základní školy

##### Umývání rukou na WC a během dne

*(pro výpočet použiji maximální počet osob v budově s průměrným množstvím teplé vody spotřebované pro jedno mytí, za předpokladu, že perioda mytí proběhne 4x)*

Počet osob ...  $n = 319$

Potřeba teplé vody ze zásobníku teplé vody na jedno mytí ...  $q_1 = 2 \text{ l}$

Potřeba teplé vody na osobu

$$f = 4 * q_2 = 4 * 2 = 8 \text{ l/den} = 0,008 \text{ m}^3/\text{den}$$

Potřeba teplé vody celkem

$$Q_1 = n * f = 319 * 0,008 = 2,55 \text{ m}^3/\text{den}$$

### Úklid

*Denně bude proveden úklid školy, do podlahové plochy není započítán prostor sportovní haly, ten bude uklízen vždy první den v týdnu s úklidem školy, je proto o 2l na 100m<sup>2</sup> navýšena potřeba teplé vody. Jedná se o samotný prostor haly, hygienické zařízení, k němu náležící, bude podléhat úklidu každý den.*

Podlahová plocha ...  $A = 2274 \text{ m}^2$

Potřeba teplé vody ...  $q_2 = 20 \text{ l}/100 \text{ m}^2$

Potřeba teplé vody pro úklid celé budovy

$$Q_2 = (A/100) * q_2 = (2274/100) * 20 = 455 \text{ l/den} = 0,455 \text{ m}^3/\text{den}$$

### Sprchování

*Uvažují, že sprchování proběhne pouze po hodině TV a to pouze u 4 % žáků a 50 % učitelů. Maximální počet hodin TV za den je v průměru 7 vyučovacích hodin, aby v ostatní dny nemusela být hala vytápěna, pokud by se neuvažovalo s odpoledním a večerním pronájmem.*

*Sprchovou dávku uvažují o 5 l menší než je průměrná dávka teplé vody pro sprchování z důvodu nedostatku času po hodině TV. Vypočtená potřeba teplé vody bude maximální vždy pro dny, kdy bude hala během dne plně využita. Po zbytek týdne s ní ovšem z technologických důvodů musím také uvažovat a bude brána jako záložní voda pro maximální spotřební extrémy, kdy bude probíhat např. fotbalový či jiný turnaj ve sportovní hale.*

Počet sprchujících žáků ...  $n_1 = 12 \text{ osob}$

Počet sprchujících učitelů ...  $n_2 = 4 \text{ osoby}$

Spotřeba teplé vody na sprchování ...  $q_3 = 20 \text{ l/os}$

Potřeba teplé vody pro sprchování

$$Q_3 = (n_1 + n_2) * q_3 = (12+4)*20 = 320 \text{ l/den} = 0,32 \text{ m}^3/\text{den}$$

### Celková denní potřeba teplé vody pro budovu

$$Q_A = Q_1 + Q_2 + Q_3 = 2,55 + 0,455 + 0,96 = 3,97 \text{ m}^3/\text{den}$$

#### B.1.2.2) Provoz sportovní haly v pronájmu

*Součástí objektu je sportovní hala o 34,2 m<sup>2</sup>, která bude pronajímána veřejnosti ke sportovním účelům. Protože se jedná o venkovskou tělocvičnu, předpokládám, že hlavní využití bude mít fotbal, u kterého je předpokládána největší potřeba teplé vody, převážně pro sprchování. Pro výpočet uvažuji fotbalový tým o 14 hráčích. Jsou pro ně navržena 2 sprchová místa, tudíž uvažuji s poloviční spotřebou teplé vody, neboť se hráči budou ve sprše rychle točit, díky čekajícím hráčům na volné*

sprchové místo. Do této jednotné spotřeby je započtena i teplá voda pro osobní hygienu na WC. Pronájem bude umožněn až po zakončení denní výuky TV, tedy cca od 16:00, kdy první sprchovou dávku očekávám v 18:00 a eventuálně druhou ve 20:00. Ve 20:30 bude celá škola uzavřena.

Maximální extrém, kdy bude probíhat v hale například fotbalový turnaj neuvažují. Uživatelé budou v tuto dobu upozorněni o nutné úspoře teplé vod. Tyto akce budou probíhat spíše o víkendu, kdy bude k dispozici celý zásobník teplé vody, který bude s dostatečným předstihem uveden do provozu.

Původní projekt obsahoval pouze jedno sprchové místo na převlékací místnost, ovšem toto bylo značně nevyhovující, proto bylo přidáno druhé místo. Další již nedovolovala dispozice hygienických prostor.

#### Vstupní údaje:

počet uživatelů ...  $n_3 = 14$  osob

sprchová dávka teplé vody (při 55 ° C) na jednoho uživatele ...  $q_4 = 12$  l/os  
(sprchování + mytí rukou)

#### Celková potřeba teplé vody pro pronájem

$Q_{B,1} = n * q_4 = 14 * 12 = 168$  l/jeden pronájem = 0,168 m<sup>3</sup>/jeden pronájem

#### Celková potřeba teplé vody pro pronájmy za den (max. 2 pronájmy za den)

$Q_B = 2 * Q_{B,1} = 2 * 0,168 = 0,336$  m<sup>3</sup>/den

### B.1.3) Bilance odtoku odpadních vod splaškových

(Navrhujeme za předpokladu, že veškerá voda, která proteče zařizovacím předmětem, musí také odtéci, proto odtok splaškové vody bude totožný s návrhem bilance potřeby vody.)

Vstupní údaje:

#### A) Škola

Počet žáků	...	$n_1 = 10 \times 30 = 300$ mladistvých
Učitelé	...	$n_2 = 15$ dospělých osob
Ostatní personál	...	$n_3 = 4$ dospělé osoby (školník, sekretářka, ředitel, dozor)
Podlahová plocha	...	2274 m <sup>2</sup>

#### B) Hala

Uživatelé pronájmu ...  $n_4 = 28$  osob/den

#### B.1.3.1) Specifické denní množství odpadních vod

##### A) Škola

Žáci ....  $q_{1,o} = 25$  l/os\*den  
 Učitelé ...  $q_{2,o} = 35$  l/os\*den  
 Ostatní personál ...  $q_{3,o} = 40$  l/os\*den  
 Úklid podlah (sportovní hala 1x týdně) ...  $q_{4,o} = 30$  l/100m<sup>2</sup>\*den

B) Hala

Uživatelé Pronájmu ...  $q_{5,o} = 10 \text{ l/os*den}$

### B.1.3.2) Průměrné denní množství odpadních vod

A) Škola -  $Q_{d,A}$

$$Q_{d,zaci,o,A} = \text{počet žáků} * q_{1,o} = 300 * 25 = 7500 \text{ l/den}$$

$$Q_{d,ucitele,o,A} = \text{počet učitelů} * q_{2,o} = 15 * 35 = 525 \text{ l/den}$$

$$Q_{d,ostatni,o,A} = \text{počet osob} * q_{3,o} = 4 * 40 = 160 \text{ l/den}$$

$$Q_{d,podlaha,o,A} = \text{plocha podlah ve } 100 \text{ m}^2 * q_4 = 22,7 * 30 = 681 \text{ l/den}$$

$$Q_{d,A} = Q_{d,zaci,o,A} + Q_{d,ucitele,o,A} + Q_{d,ostatni,o,A} + Q_{d,podlaha,o,A}$$

$$Q_{d,A} = 7500 + 525 + 160 + 681$$

$$Q_{d,A} = 8866 \text{ l/den} = 8,87 \text{ m}^3/\text{den}$$

B) Hala -  $Q_{d,B}$

$$Q_{d,pronajem,o,B} = n_4 * q_{5,o} = 28 * 10 = 280 \text{ l/den}$$

$$Q_{d,B} = Q_{P,pronajem,B} = 280 \text{ l/den} = 0,28 \text{ m}^3/\text{den}$$

### Celkový průměrný denní odtok odpadních vod

$$Q_d = Q_{d,A} + Q_{d,B} = 8,87 + 0,28 = 9,15 \text{ m}^3/\text{den}$$

### B.1.3.3) Maximální denní odtok odpadních vod

součinitel denní nerovnoměrnosti odběru vody ...  $k_d = 1,5$  (pro obec do 1000 obyvatel)

A) Škola -  $Q_{d,max,A}$

$$Q_{d,max,A} = Q_{d,A} * k_d = 8866 * 1,5 = 13299 \text{ l/den} = 13,3 \text{ m}^3/\text{den}$$

B) Hala -  $Q_{d,max,B}$

$$Q_{d,max,B} = Q_{d,B} * k_d = 280 * 1,5 = 420 \text{ l/den} = 0,42 \text{ m}^3/\text{den}$$

### Celkový maximální denní odtok odpadních vod

$$Q_{d,max} = Q_{d,max,A} + Q_{d,max,B} = 13,3 + 0,42 = 13,72 \text{ m}^3/\text{den}$$

**B.1.3.4) Maximální hodinový odtok odpadní vody***(Uvažuji oddělený provoz, nelze počítat společně)***A) Škola -  $Q_{h,max,A}$** **B) Hala -  $Q_{h,max,B}$** součinitel hodinové nerovnoměrnosti ...  $k_{h,max} = 7,2$  (počet připojených obyvatel - do 30 000)**A) Škola**

$$Q_{h,red,A} = (1/10) * Q_{d,max,A} * k_h$$

$$Q_{h,red,A} = (1/10) * 13\,299 * 7,2$$

$$Q_{h,red,A} = 9575 \text{ l/hod} = 9,58 \text{ m}^3/\text{hod}$$

- Protože do výpočtu hodinového odtoku zahrnuji i vodu potřebnou na úklid, který bude probíhat až po skončení vyučování, také uvažuji sprchování po TV v plné míře a po zvážení dalších předpokladů, redukuji tuto hodnotu  $Q_{h,red}$  na 80 % původní hodnoty.

$$Q_{h,max,A} = 0,8 * Q_{h,red,A} = 0,8 * 9,58 = 7,66 \text{ m}^3/\text{hod}$$

**B) Hala**

$$Q_{h,max,B} = (1/2) * Q_{m,B} * k_h$$

$$Q_{h,max,B} = (1/2) * 420 * 1,8$$

$$Q_{h,max,B} = 378 \text{ l/hod} = 0,378 \text{ m}^3/\text{hod}$$

**B.1.3.5) Minimální hodinový odtok odpadní vody***(Oddělení provozu) - A) Škola -  $Q_{h,min,A}$* **B) Hala -  $Q_{h,min,B}$** součinitel hodinové nerovnoměrnosti ...  $k_{h,min} = 0,1$  (počet připojených obyvatel do 30 000 )**A) Škola**

$$Q_{h,min,A} = (1/10) * Q_{d,max} * k_h$$

$$Q_{h,min,A} = (1/10) * 13\,299 * 0,1$$

$$Q_{h,min,A} = 133 \text{ l/hod} = 0,133 \text{ m}^3/\text{hod}$$

**B) Hala**

$$Q_{h,min,B} = (1/2) * Q_{d,max} * k_h$$

$$Q_{h,min,B} = (1/2) * 420 * 0,1$$

$$Q_{h,min,B} = 21 \text{ l/hod} = 0,021 \text{ m}^3/\text{hod}$$

### B.1.3.6) Roční odtok odpadní vody splaškové

$$Q_{r,o} = Q_d * d$$

$$Q_{r,o} = 9\,150 * 364$$

$$Q_{r,o} = 1\,830\,000 \text{ l/rok} = 1\,830 \text{ m}^3/\text{rok}$$

### B.1.4) Bilance odtoku odpadních vod dešťových

Zastřešení objektu obsahuje 3 varianty střešních konstrukcí. Jedná se o sedlovou střechu ze 60 %, dále střechu plochou ze 35 % a pultovou 5%). Odtok ze střech sedlové a pultové je proveden do okapního systému vedoucího po fasádě, odtok střechy ploché, do vnitřních odpadních potrubí v instalační šachtě, které bude odděleno od kanalizačního potrubí splaškového. Potřebné součinitele se s druhem střechy neodlišují, proto dále uvažují pouze s celkovou plochou střešních rovin.

#### Průtok dešťových vod

r ... vydatnost deště [l/s\*m<sup>2</sup>] (pro ČR r = 0,030 l/s\*m<sup>2</sup>)

C ... součinitel odtoku [-] (pro střechy C = 1)

A ... účinná plocha střechy [m<sup>2</sup>] (A = 1 467 m<sup>2</sup>)

$$Q_d = r * C * A$$

$$Q_d = 0,03 * 1 * 1\,467$$

$$Q_d = 44 \text{ l/s}$$

### B.1.4.6) Roční odtok odpadní vody dešťové

Dlouhodobý srážkový úhrn ... u = 570 mm/rok = 0,57 m/rok

$$Q_{r,d} = A * u * C$$

$$Q_{r,d} = 1\,467 * 0,57 * 1$$

$$Q_{r,d} = 836 \text{ m}^3/\text{rok}$$

### B.1.5) Bilance odtoku odpadních vod - celková

#### B.1.5.1) Roční odtok všech odpadních vod

$$Q_{\text{max,od}} = Q_{r,o} + Q_{r,d}$$

$$Q_{d,r} = 1\,830 + 836$$

$$Q_{d,r} = 2\,666 \text{ m}^3/\text{rok}$$



## B.1.6) Bilance potřeby plynu

## B.1.6.1) Výpočet celkové tepelné ztráty budovy

Vstupní informace:

Tab.B 1 Tepelné ztráty budovy

	značka	jednotka	hodnota
Vnější objem vytápěného prostoru budovy bez atiky a sportovní haly	V	m <sup>3</sup>	13 903
Plocha vnějšího pláště – jedná se o plochu, která ohraničuje počítaný objem	A	m <sup>2</sup>	3 960
Součet podlahových ploch včetně částečného podsklepení a bez podkrovní části	A <sub>c</sub>	m <sup>2</sup>	2274
Objemový faktor objektu – A/V	D	-	0,285
Výpočtová průměrná teplota interiéru během otopného období	$\theta_{im}$	° (stupeň)	+ 21
Výpočtová teplota exteriéru během otopného období - Olomoucko	$\theta_e$	° (stupeň)	- 15

## Tepelná ztráta konstrukce prostupem

## Tabulka ochlazovaných konstrukcí

Tab.B 2 Tepelná ztráta prostupem tepla

Druh konstrukce	Plocha A <sub>i</sub> [m <sup>2</sup> ]	Vypočtený součinitel prostupu tepla U <sub>i</sub> [ $\frac{W}{m^2 \cdot K}$ ]	Požadovaný/doporučený součinitel prostupu tepla U <sub>N20</sub> / U <sub>rec 20</sub> [ $\frac{W}{m^2 \cdot K}$ ]	Činitel teplotní redukce * b <sub>i</sub> [-]	Měrná ztráta prostupem tepla H <sub>Ti</sub> = A <sub>i</sub> * U <sub>i</sub> * b <sub>i</sub> [ $\frac{W}{K}$ ]
Obvodové stěny	1 837	0,216	0,3 / 0,25	1	397
Podlahy na terénu	820	0,292	0,45 / 0,3	0,49	68
Střešní konstrukce – šikmá střecha do 45 °	895	0,156	0,24 / 0,16	1	140
Střešní konstrukce – plochá střecha	142	0,151	0,24 / 0,16	1	21
Okna	172	1,3	1,5 / 1,2	1	258
Dveře	13	1,5	1,7 / 1,2	1	19
<b>Součet - <math>\sum i</math></b>	3 879		-		903

\* - dle ČSN 73 0540-3 - Návrhové hodnoty činitele teplotní redukce

**Tepelná ztráta konstrukce vazbami**

$$H_{T,\psi,x} = \sum A_i * \Delta U_{t_{bm}} = 3879 * 0,05 = 194 \text{ W/K}$$

**Celková měrná tepelná ztráta**

$$H_T = \sum H_{Ti} + H_{T,\psi,x}$$

$$H_T = 903 + 194$$

$$H_T = 1097 \text{ W/K}$$

**Celková ztráta prostupem a vazbami**

$$Q_{Ti} = H_T * (\theta_{im} - \theta_e)$$

$$Q_{Ti} = 1097 * [21 - (-15)]$$

$$Q_{Ti} = 39\,492 \text{ W} = 39,5 \text{ kW}$$

**Tepelná ztráta větráním**

Pro výpočet tepelné ztráty uvažují použití rekuperačního výměníku tepla s účinností 75 %. Z toho vyplývá, že teplota přiváděného vzduchu  $\theta_{e,rek} = 12 \text{ °C}$ .

Objem vzduchu v budově určený přes skutečný objem obálky budovy -  $V_a$

$$V_a = V * r_{ed}$$

$$V_a = 13\,903 * 0,8$$

$$V_a = 11\,122 \text{ m}^3$$

**Objemový tok větraného vzduchu**

Intenzita větrání -  $n$

(zvolená průměrná hodnota pro školské zařízení s redukcí pro nevětraný suterén a podkroví, kdy uvažují pro jednoho žáka musí být zajištění větrání ve třídě o objemu vzduchu  $V_z = 20 \text{ m}^3/\text{hod}$  a dále zahrnují větrání wc, chodeb a sportovní haly.)

$n = 0,9$  (Objem vzduchu budovy se obmění 0,9x za hodinu)

$$V_{hi} = V_a * \left(\frac{n}{3600}\right)$$

$$V_{hi} = 11\,122 * \left(\frac{0,9}{3600}\right)$$

$$V_{hi} = 2,78 \text{ m}^3/\text{s}$$

**Celková tepelná ztráta větráním**

měrná tepelná kapacita vzduchu ...  $c$  [J/(kg.K)]  
(pro suchý vzduch při 21° -  $c = 1\,011 \text{ J/(kg.K)}$ )

$$Q_{Vi} = c * V_{hi} * (\theta_{im} - \theta_e)$$

$$Q_{Vi} = 1\,011 * 2,78 * [21 - (+12)]$$

$$Q_{Vi} = 25\,295 \text{ W} = 25,3 \text{ kW}$$

**Celková tepelná ztráta objektu (větrání + prostup tepla)**

$$Q = Q_{Ti} + Q_{Vi}$$

$$Q = 39,5 + 25,3$$

$$Q = 95,6 \text{ kW}$$

**B.1.6.2) Spotřeba tepla na vytápění**

rozdíl vnitřní a vnější výpočtové teploty ...  $\Delta t = 36 \text{ }^\circ\text{C}$

$$H_T = \frac{Q}{\Delta t}$$

$$H_T = \frac{63,8}{36}$$

$$H_T = 1,8 \text{ kW/K}$$

**Počet denostupňů**

Množství otopných dnů v roce pro Olomoucko ... 221  
 (odečtení víkendů, vánočních a jarních prázdnin) ...  $d = 221 - 23 = 198$

$$D = d * (t_{is} - t_{es})$$

$$D = 198 * (19 - 3,4)$$

$$D = 3\ 089$$

**Teoretická potřeba tepla na vytápění**

$$E_{út} = 24 * \varepsilon * e * D * H_T$$

$$E_{út} = 24 * 0,8 * 0,8 * 3\ 089 * 1,8$$

$$E_{út} = 85\ 405 \text{ kWh/rok} = 85,4 \text{ MWh/rok}$$

**Skutečná roční potřeba tepla se zahrnutím účinnosti vytápění**

účinnost výroby tepla ...  $\eta_{zdr} = 0,9$   
 účinnost systému distribuce ...  $\eta_{dist} = 0,95$

$$E_{út,sk} = E_{út} / (\eta_{zdr} * \eta_{dist}) = 85,4 / (0,9 * 0,95) = 99,9 \text{ MWh}$$

**B.1.6.2) Spotřeba tepla na ohřev teplé vody***Základní údaje:*

Potřeba teplé vody za den ...  $V = Q_A + Q_B = 3,97 + 0,336 = 4,31 \text{ m}^3/\text{den}$   
 Měrná tepelná kapacita vody ...  $c = 1,163 \text{ [kWh/(m.K)]}$   
 teplota teplé vody předpoklad ...  $t_v = 55 \text{ }^\circ\text{C}$

teplota studené vody předpoklad ...  $t_1 = 10 \text{ }^\circ\text{C}$  (pro zimní období)

$$E_{tv,d} = V * c * (t_{tv} - t_1)$$

$$E_{tv,d} = 4,31 * 1,163 * (55 - 10)$$

$$E_{tv,d} = 225,6 \text{ kWh/den}$$

Korekce nestálosti teploty vody a její spotřeby

teplota studené vody v létě ...  $t_{sv,L} = 15 \text{ }^\circ\text{C}$

teplota studené vody v zimě ...  $t_{sv,Z} = 10 \text{ }^\circ\text{C}$

$$k_t = \frac{t_{tv} - t_{sv,L}}{t_{tv} - t_{sv,Z}}$$

$$k_t = \frac{55 - 15}{55 - 10}$$

$$k_t = 0,89$$

### Roční potřeba tepla pro ohřev

Průměrný počet dnů provozu budovy ...  $d = 200$  (bez prázdninového období)

$$E_{tv,r} = k_t * E_{tv,d} * d$$

$$E_{tv,r} = 0,89 * 225,6 * 200$$

$$E_{tv,r} = 40\,157 \text{ kWh/rok} = 40,16 \text{ MWh/rok}$$

### Roční potřeba tepla pro ohřev s korekcí

$$E_{tv,r,sk} = \frac{E_{tv,r}}{\eta_{zdr} \cdot \eta_{dist}}$$

$$E_{tv,r,sk} = \frac{40,16}{0,9 \cdot 0,95}$$

$$E_{tv,r,sk} = 47 \text{ MWh/rok}$$

### B.1.6.3) Celková roční potřeba tepla

$$E_{sk} = E_{tv,sk} + E_{\dot{u}t,sk}$$

$$E_{sk} = 47 + 99,9 = 146,9 \text{ MWh/rok}$$

### B.1.6.4) Roční potřeba plynu

(zahrnuji vytápění objektu v zimním období a ohřev teplé vody)

Výhřevnost zemního plynu ...  $H = 35 \text{ MJ/m}^3$

$$E = 3\,600 * \frac{E_{sk}}{H}$$

$$E = 3\,600 * \frac{146,9}{35}$$

$$E = 15\,110 \text{ m}^3/\text{rok}$$

## B.2) Návrh přípravy teplé vody

### B.2.1) Potřeba energie k ohřátí teplé vody

*Již v počátku je třeba říci, že pro základní školu budeme uvažovat ústřední přípravu teplé vody se záložním zdrojem energie, i přesto, že v úvahu připadá i varianta centrálního ohřevu pro každý hygienický úsek. Důležitý je návrh záložního zdroje, abychom zaručili plynulý provoz budovy i v případě poruchy, či odstavení plynového řadu. Výpočet bude proveden odděleně pro jednotlivé úkony, aby bylo možné v dalších výpočtech používat jednotlivé hodnoty. Výpočet dle [b]; [f] s pomocí výukových materiálů katedry TZB – ČVUT Praha na tzb.fsv.cvut.cz*

Potřeba teplé vody za den pro danou činnost ...  $V_i$  [m<sup>3</sup>/den] (převzato z výpočtu potřeby teplé vody –  $Q_i = V_i$ )

Měrná tepelná kapacita vody ...  $c = 1,163$  [kWh/(m.K)]

teplota teplé vody předpoklad ...  $t_{tv} = 55$  °C

teplota studené vody předpoklad ...  $t_1 = 10$  °C (pro zimní období)

$$E_{2P} = \sum E_{2P,i}$$

$$E_{2P} = \sum [V_i * c * (\Delta t)]$$

$$E_{2P} = \sum [V_i * c * (t_{tv} - t_1)]$$

a) Umývání rukou na WC a během dne -  $E_{2P,1}$

(v závorce uvedeno procentní vyjádření z celkového odebraného tepla pro návrh zásobníku teplé vody)

$$E_{2P,1} = 2,55 * 1,163 * (55 - 10) = 118,6 \text{ kWh} \quad \dots \quad (70 \%)$$

b) Úklid

$$E_{2P,2} = 0,455 * 1,163 * (55 - 10) = 21,2 \text{ kWh kWh} \quad \dots \quad (12 \%)$$

c) Sprchování

$$E_{2P,3} = 0,32 * 1,163 * (55 - 10) = 14,9 \text{ kWh kWh} \quad \dots \quad (8 \%)$$

d) Pronájem (použití WC a sprch, úklid vždy první den v týdnu >> započítán do úklidu školy)

$$E_{2P,4} = 0,336 * 1,163 * (55 - 10) = 15,6 \text{ kWh kWh} \quad \dots \quad (9 \%)$$

#### Odebrané teplo z ohříváče teplé vody za den

$$E_{2t} = E_{2P,1} + E_{2P,2} + E_{2P,3} + E_{2P,4} = 118,6 + 21,2 + 14,9 + 15,6 = 170,3 \text{ kWh/den}$$

#### Teplu ztracené při distribuci teplé vody a úniku tepla ze zásobníkového ohříváče přestupem tepla

Tyto ztráty budou v největší míře v době provozu samotné ZŠ, kdy největší ztráty připadají na teplo ztracené při cirkulaci vody( až 80 %), po zakončení provozu se cirkulační čerpadlo vypne časovým spínačem a v provozu zůstane cirkulační čerpadlo na odděleném cirkulačním potrubí

zásobující vodu hygienických prostor haly (20 %). Redukci zahrnu do výpočtu při vykreslování křivky odběru.

Součinitel tepelné ztráty ...  $z = 0,5$

$$E_{2z} = E_{2t} * z = 170,3 * 0,5 = 85,15 \text{ kWh/den}$$

### Denní skutečná potřeba tepla

$$E_{2p} = E_{2t} + E_{2z} = 170,3 + 85,15 = 255,45 \text{ kWh/den}$$

## B.2.2) Rozdělení potřeby tepla

### B.2.2.1) Denní perioda provozu budovy

Procentní vyjádření pro všední den s odpoledním vyučováním s plným využitím haly pro TV a odpoledním dvojitým pronájmem. V budově se bude pohybovat maximální počet uživatelů. Lokální maxima odběru teplé vody uvažují vždy po každé vyučovací hodině dle rozvrhu.

VIII. (Jungwirthová Markéta) (rozvrh platný od 14.9.2015)								
	1 8 <sup>00</sup> - 8 <sup>45</sup>	2 8 <sup>55</sup> - 9 <sup>40</sup>	3 9 <sup>50</sup> - 10 <sup>40</sup>	4 10 <sup>50</sup> - 11 <sup>35</sup>	5 11 <sup>45</sup> - 12 <sup>30</sup>	6 12 <sup>35</sup> - 13 <sup>20</sup>	7 13 <sup>25</sup> - 14 <sup>05</sup>	8 14 <sup>10</sup> - 14 <sup>55</sup>
P	Ma Hub	Č Kou	Př Rák	Dě Web	AJ2 Hod NJ2 Kar	Ze Dvo		
Ú	Ch Rák (Fy)	AJ Jun (Jaz) NJ Sve	Č Kou	Ma Hub	Fy Hod (Fy)		HV Dvo (HV)	Div Rák (TV1) Chi TV Mar (TV2)
S	AJ Jun (Jaz) NJ Sve	Č Kou	OV Jun	Ma Hub	Ze Dvo	Př Rák		
Č	Č Kou	AJ2 Hod NJ2 Kar	Fy Hod (Fy)	Div Rák (TV1) Chi TV Mar (TV2)	A: PC PČBA Rák (KUCI) A: PC PČBB Kou (DB) BD: Ma Hub C: PC PČBA Kou (DB) C: PC PČBA Rák (KUCI)	A: PC PČBA Rák (KUCI) A: PC PČBB Kou (DB) BD: C Kou C: PC PČBA Kou (DB) C: PC PČBB Rák (KUCI)		
P	Ma Hub	VV Hom (VV)	Ch Rák	NJ Sve IKBA Mar (PC1)	AJ Jun (Jaz) IKBB Mar (PC1)	Dě Web		Bakalář

Obr. B 3 Týdenní rozvrh 8. Třídy [54]

### Rozdělení teplé vody pro hygienu (wc + sprchování ~ 70 % + 8 % = 78 % )

Prvních 5 přestávek mezi hodinami	5 * 11 % z periody	(celkem 55 %)
Přestávky 6 až 8	3 * 7,6 % z periody	(celkem 23 %)
Úklid školy (15:00 – 17:00)	12 % z periody	(celkem 12 %)
2x Pronájem – špička v 18:00 a 20:00	2 * 5 % z periody	(celkem 10 %)

Tab.B 3 Spotřeba tepla během denní periody

Technologický úsek	Spotřebovaná energie [kWh]	Spotřebovaná energie v procentech [%]
Přestávka 1	28,1	11,0
Přestávka 2	56,2	22,0
Přestávka 3	84,3	33,0
Přestávka 4	112,4	44,0
Přestávka 5	140,5	55,0
Přestávka 6	159,9	62,6
Přestávka 7	179,3	70,2
Přestávka 8	199,3	77,8
Úklid	230,0	90,0
Pronájem 1	247,9	95,0
Pronájem 2	255,45	100,0

### B.2.2.2) Přejchodné období mezi lokálními extrémny

1) *Během hodin výuky nemohu uvažovat nulový odběr teplé vody, z praxe je známo, že je WC navštěvováno i během vyučování. Tuto spotřebu souhrnně započítám i s hygienou právě nevyučujících učitelů a ostatních uživatelů budovy.*

*Potřebnou energii rozdělím rovnoměrně do celého výukového období mimo přestávky. Vypočtená spotřeba bude platná také od otevření školy do začátku vyučování. (7:00 – 8:00)*

Spotřeba teplé vody během výuky ...  $V_v = 55 \text{ l/hod} = 0,055 \text{ m}^3/\text{hod}$

#### Energie potřebná pro ohřev – $E_v$

$$E_v = [V_v * c * (t_{tv} - t_1)]$$

$$E_v = [0,055 * 1,167 * (55 - 10)]$$

$$E_v = 2,92 \text{ kWh}$$

2) *V době pronájmu uvažuji také nenulový odběr teplé vody, proto volím poloviční spotřebu, než ve vyučovacím období.*

Spotřeba teplé vody mezi pronájmy ...  $V_j = 22,5 \text{ l/hod} = 0,0225 \text{ m}^3/\text{hod}$

#### Energie potřebná pro ohřev – $E_j$

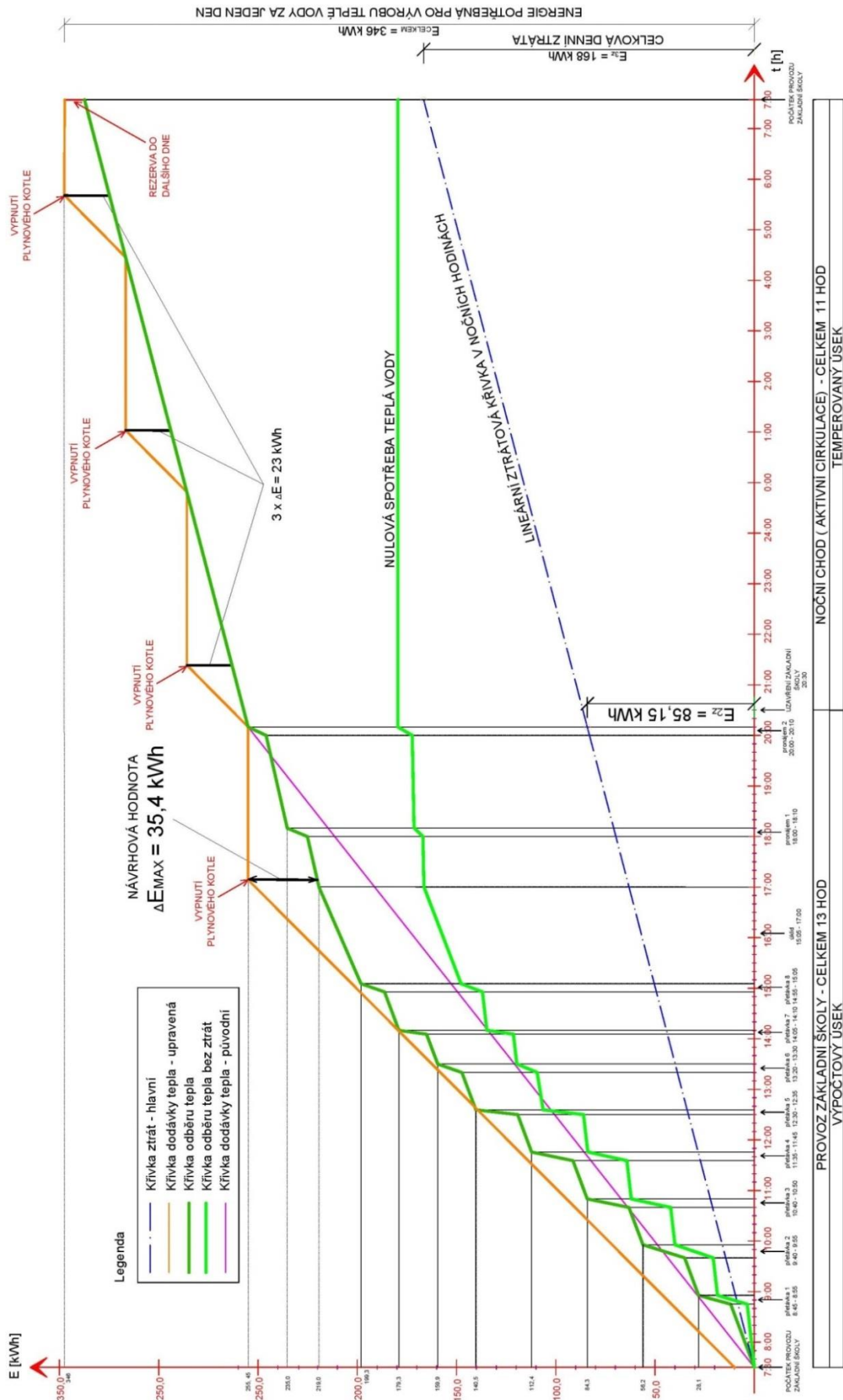
$$E_v = [V_v * c * (t_{tv} - t_1)]$$

$$E_v = [0,0225 * 1,167 * (55 - 10)]$$

$$E_v = 1,46 \text{ kWh}$$

- 3) Noční provoz je zatížen pouze ztrátami tepla v cirkulačním potrubí a v nádrži samotné.  
Proto s touto hodnotou počítám bez ohledu na výpočet, kdy uvažuji pouze periodu provozní.

Graf B 1 Grafické znázornění potřeby teplé vody v periodě jeden den





### B.2.3) Výpočet a návrh zásobníku teplé vody

#### B.2.3.1) Objem zásobníku

$\Delta E_{\max} = 35,4 \text{ kWh}$  – vyčteno z grafu 1.1

$$V_Z = \frac{\Delta E_{\max}}{c * (t_{tv} - t_1)}$$

$$V_Z = \frac{35,4}{1,167 * (55 - 10)}$$

$$V_Z = 0,494 \text{ m}^3 = 494 \text{ l}$$

#### B.2.3.2) Jmenovitý tepelný příkon zásobníkového ohříváče

Přibližná doba provozu budovy ...  $T = 12,5 \text{ hod (7:30 - 20:00)}$

$$Q_{1,o} = \frac{E_{2p}}{T}$$

$$Q_{1,o} = \frac{255,45}{12,5}$$

$$Q_{1,o} = 19,65 \text{ kW}$$

#### B.2.3.3) Návrh teplosměnné plochy spirály (výměníku) potřebné k ohřevu

teplota topné vody na vstupu do výměníku	...	$T_1 = 80 \text{ }^\circ\text{C}$
teplota topné vody na výstupu z výměníku	...	$T_2 = 60 \text{ }^\circ\text{C}$
teplota zahřívání látky (teplé vody) na vstupu do výměníku	...	$t_1 = 10 \text{ }^\circ\text{C}$
teplota zahřívání látky (teplé vody) na výstupu z výměníku	...	$t_2 = 60 \text{ }^\circ\text{C}$
součinitel prostupu tepla teplosměnné plochy	...	$U = 420 \text{ W/m}^2\text{K}$

$$\Delta t = \frac{(T_1 - t_2) - (T_2 - t_1)}{\ln \frac{T_1 - t_2}{T_2 - t_1}}$$

$$\Delta t = \frac{(80 - 55) - (60 - 10)}{\ln \frac{80 - 55}{60 - 10}}$$

$$\Delta t = 36 \text{ }^\circ = 36 \text{ K}$$

#### Potřebná plocha výměníku

Skutečná plocha navrženého výměníku ...  $A_Z = 4,0 \text{ m}^2$

$$A = \frac{Q_{1,o} * 10^3}{U * \Delta t}$$

$$A = \frac{19,65 * 10^3}{420 * 36}$$

$$A = 1,3 \text{ m}^2 < A_Z = 4,0$$

>>> Návrh vyhovuje

Navrhují nepřímotopný, válcový stacionární zásobník teplé vody o objemu 500 l zn: Meibes HUBS 501 s akumulčním objemem 500 l s izolační vložkou a pojistným elektrickým vytápěním v případě poruchy plynového kotle.

- Výška zásobníku 1700 mm
- Vnější průměr 810 mm

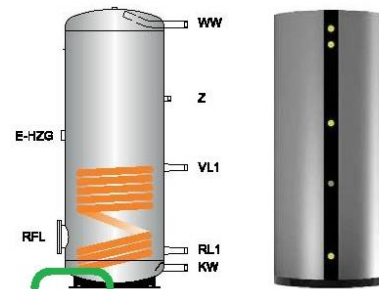
Dodávka energie je naprojektována s přerušovaným provozem, která vede k možnosti redukování velikosti zásobníku viz Graf B 1. Celkem jsou zvoleny 4 dodávky energie, z nichž nejdelší kopíruje dobu provozu školní výuky. Další dělení již bylo zanedbáno, neboť musíme vzít v potaz možnost velkého odběru teplé vody v průběhu např. fotbalového turnaje, kdy bude odběr teplé vody naprosto odlišný.



Zásobník teplé vody HUBS

Popis produktu

- Stacionární zásobník
- 80/100 mm izolace z fleesu s krycí vrstvou PVC vč. izolace dna (od 750 l v tl. 100 mm) podle DIN 4753 díl B
- Teplotní čidlo s variabilním umístěním díky svorkové liště
- Teploměr do 100 l je součástí dodávky (přibaleno)
- Možnost sériového dodatečného vybavení el. vyhříváním
- Revizní otvor - možnost osazení přírubovým otopným tělesem, DN 110
- Všechny vnější závity plošně utěsněny
- Přestavitelné nohy - viz seznam příslušenství



Typ zásobníku HUBS		122	152	202	301	401	501	751	1001	1500	2000
Objem	[litry]	120	150	200	300	400	500	750	1000	1500	2000
Průměr bez izolace	[mm]	500	500	500	550	600	650	750	900	1000	1100
Průměr s izolací	[mm]	660	660	660	710	760	810	950	1100	1200	1300
Izolace	[mm]	80	80	80	80	80	80	100	100	100	100
Výška s izolací	[mm]	844	1002	1262	1825	1705	1815	2082	2010	2250	2410
Celková výška	[mm]	850	1000	1260	1620	1690	1800	2050	2020	2260	2440
Otopná plocha	[m²]	0,7	1,0	1,4	1,4	1,7	2,1	2,7	2,8	4,0	4,0
Objem vody WT	[litry]	4,5	6,3	8,8	8,8	10,7	13,2	22,8	24,5	34,0	34,0
Objemový průtok WT	[m³/h]	1,0	1,3	1,6	1,9	2,1	2,7	4,2	4,6	6,1	6,1
Tlaková ztráta WT	[mbar]	30	50	70	80	130	280	180	200	285	285
NL-výkonové číslo** podle DIN 4708		1,9	2,6	4,8	11	13	18	35	41	45	55
Trvalý výkon podle DIN 4708 (10°/80°/45°)	[kW]	23,6	30,5	38	46	51,6	65,9	100	109	109	109
	[l/h]	580	750	940	1130	1270	1620	2470	2690	2990	2990
Max. T / max. P TW	[°C / bar]	85 / 10									
Max. T / max. P HZG***	[°C / bar]	160 / 25									
Studená/teplá voda AG (KW/WW)	[palce]	G 1	G 1	G 1	G 1	G 1	G 1	G 1½	G 1½	G 2	G 2
Cirkulace AG (Z)	[palce]	G ¾	G ¾	G ¾	G ¾	G ¾	G ¾	G ¾	G ¾	G 1	G 1
Teplý výměník, všechny AG (VL,RL)	[palce]	G 1	G 1	G 1	G 1	G 1	G 1	G 1½	G 1½	G 1½	G 1½
Elektrické topení IS (E-HZG)	[palce]	G 1½	G 1½	G 1½	G 1½	G 1½	G 1½	G 1½	G 1½	G 1½	G 1½
Jmenovitá světlota revizní příruby (RFL)		DN 110	DN 110	DN 110	DN 110	DN 110	DN 110	DN 200	DN 200	DN 200	DN 200
Připojky čidla/regulátor		svorková lišta čidla									
Připojka teploměru		M8									

Obr. B 4 Technické informace zásobníku teplé vody [53]

## B.2.4) Návrh plynového kotle pro ohřev teplé vody.

Plynový kotel bude plnit pouze funkci ohřevu vody v navrženém zásobníku a nebude propojen s otopnou soustavou budovy. Z tohoto důvodu volím kotel s výkonem u horní hranice. Vytápění bude zajišťovat samostatný plynový kotel.

**Potřebný jmenovitý tepelný příkon zásobníkového ohříváče:**

$$Q_{1,o} = 19,65 \text{ kW}$$

Navrhuji závěsný plynový kotel s nuceným odvodem spalin Junkers Ceraclass EXCELLENCE ZSC 24/28-3 MFK o maximálním výkonu 28,1 kW a minimálním výkonu 8,6 kW.

**ZSC 24/28/35-3 MFA**  
**ZSC 24/28-3 MFK**  
**ZWC 24-3 MFA/MFK**



Obr. B 5 Plynový kotel spalin Junkers Ceraclass EXCELLENCE [56]

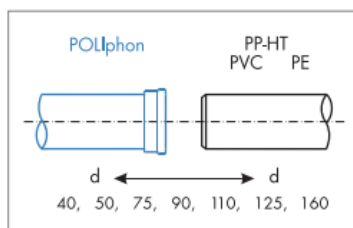
## B.3) Kanalizace - výpočty a studie záměrů

### B.3.1) Použitý materiál

*Kanalizační potrubí bude zhotoveno celkem ze 4 druhů materiálů. Výpočty dle [b]; [e]; [f]; [g] a příslušných norem uvedených u výpočtu, dále s pomocí výukových materiálů katedry TZB – ČVUT Praha na [tzb.fsv.cvut.cz](http://tzb.fsv.cvut.cz)*

- a) Prostory interiéru nenáročné na akustické vlastnosti (wc, pracovní třídy, suterén)
  - Materiál: PP – polypropylenový trubní systém HT systém Plus od výrobce OSMA
  
- b) Prostory interiéru náročné na akustické vlastnosti (kmenové třídy)
  - Materiál: 3x PP - třívrstvý potrubní systém POLIphone firmy POLYPLAST.
    - vnitřní vrstva - PP-B POLIcomp
    - prostřední vrstva - PP-MD POLIcomp (modifikovaný polypropylen s minerály)
    - vnější vrstva PP - PP-B POLIcomp

Tento materiál je svými akustickými vlastnostmi cenově náročnější než HT systém Plus, proto bude použit jen v účelných případech. Napojení na svodné potrubí HT je vyřešeno klasickým způsobem s elastomerovým proužkem a násuvným hrdlem, kdy dimenze DN (vnější průměr) jsou totožné a vychází z rozměrové standardizace pro tyto dimenze.



Obr. B 6 Možnost napojení jiného materiálu [55]

- c) Prostory exteriéru vedené v zemi (svodné potrubí dešťové a splaškové a kan. Přípojka)  
 - Materiál: PVC-U – neměkčený polyvinylchlorid, trubní systém KG – Systém (PVC) od výrobce OSMA. Přechod z materiálu HT bude klasickým lepeným spojem před vstupem do zemního tělesa.
- d) Dešťové exteriérové svody a okapní žlaby provedeny z měděného plechu. Přechod materiálu na KG systém je proveden prostřednictvím lapače střešních splavenin.

Všechny použité druhy materiálů odpovídají požadavku na minimální vnitřní průměr dle příslušné tabulky 1 normy ČSN EN 12056-2.

Tab.B 4 Jmenovité světlosti a příslušné minimální vnitřní průměry [57]

Jmenovitá světlost	Minimální vnitřní průměr
DN	$d_{min}$ mm
30	26
40	34
50	44
56	49
60	56
70	68
80	75
90	79
100	96
125	113
150	146
200	184
225	207
250	230
300	290

### B.3.2) Návrh přípojovacího splaškového potrubí

#### Podklady

#### Průtok splaškových vod

Součinitel odtoku (teoretické zdržení odtoku) ...  $K = 0,7$  (pro základní školu)

Součet jednotlivých výpočtových odtoků ...  $\Sigma DU$

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

**Celkový průtok odpadních vod**trvalý průtok ...  $Q_c = 0 \text{ l/s}$ čerpaný průtok ...  $Q_p = 0 \text{ l/s}$ 

$$Q_{tot} = Q_{WW} + Q_C + Q_P$$

Tab.B 5 Výpočtové průtoky jednotlivých použitých zařizovacích předmětů

Zařizovací předmět	označení	DU (l/s)	DN <sup>(6)</sup>
Záchodová mísa <sup>(1)</sup>	WC1	2,0	110
Záchodová mísa pro hendikepované	WCH	2,0	110
Pisoár <sup>(2)</sup>	P	0,5	50
Sprcha <sup>(3)</sup>	SP	0,8	75
Umyvadlo	U	0,5	50
Umývací žlab 4U (jeden prvek)	UŽ4	0,5	50 (40)
Umývací žlab 2U (jeden prvek)	UŽ2	0,5	50 (40)
Umyvadlo na hygieně	UW	0,5	50
Umyvadlo na wc pro hendikepované	UH	0,5	50
Umyvadlo třídni <sup>(4)</sup>	UT	0,4	50
Podlahová vpust' DN 50	PV	0,8	50
Dřez	KD	0,8	75
Výlevka <sup>(5)</sup>	V	2,5	110

<sup>(1)</sup> záchodová mísa s nádržkou na 6 l<sup>(2)</sup> pisoár se splachovacím infračerveným senzorem<sup>(3)</sup> vanička se zátkou<sup>(4)</sup> kombinace mezi umývatkem a umyvadlem (0,3 l/s a 0,5 l/s) >> 0,4 l/s<sup>(5)</sup> Keramická volně stojící s napojením DN 110<sup>(6)</sup> Dimenze připojovacího potrubí, pokud bude připojen samostatně na jedné větvi**Návrh dimenzí:**

Výpočet dimenze je proveden pro potrubí, na které se napojuje více zařizovacích předmětů. Podkladem byla norma ČSN EN 12 056 – 2 a ČSN 75 6760.

Návrh je proveden pro nevětrané připojovací potrubí, kdy bude dodržena doporučená hodnota délka větve 4 m dle této normy. Spádové výšky nepřekračují 1 m, dále je zaveden jednotný doporučený sklon 3%. V místech instalačních prostorů ve 2. a 3. NP bude dle potřeby vynechána podlahová skladba, aby mohl být zajištěn doporučený průtok. Minimální sklon 1% dle této normy neuvažují. Kolena s úhlem > 67° nejsou použita.

V projektu jsou použity umývací žlaby, ovšem každé stání má svůj odtok odpadních vod s vlastní zápachovou uzávěrkou, proto dle normy ČSN 75 6760 nemusím dodržet minimální dimenzi DN 70 pro umývací žlaby. Uvažuji 50 % plnění pro Systém I.

Pokud do jednoho stoupajícího potrubí v jednom patře vstupuje více větví připojovacího potrubí, jsou tyto větve značeny indexem v tabulce výpočtu dle směru napojení, po natočení výkresové dokumentace do směru čtení viz Tab.B 6.

Tab.B 6 označení připojovacích potrubí

Označení větve	Vysvětlivky
S1 <sub>L</sub>	Napojení větve na odpadní potrubí z LEVA
S1 <sub>P</sub>	Napojení větve na odpadní potrubí z PRAVA
S1 <sub>D</sub>	Napojení větve na odpadní potrubí ze ZDOLA
S1 <sub>H</sub>	Napojení větve na odpadní potrubí ze ZHORA

### Dimenze připojovacího potrubí v 1. NP

(použitý SYSTÉM I dle ČSN 75 6760)

Tab.B 7 Celkem 7 podtabulek s návrhem dimenze pro jednotlivé větve v 1. NP

#### Větev S1<sub>D</sub>

úsek	Zařizovací předměty	$\sum DU$ (l/s)	K (-)	Q <sub>ww</sub> (l/s)	Q <sub>max</sub> (l/s)	DN
1	KD	0,8	0,7	0,62	1,5	75
2	2xKD	1,6	0,7	0,89	1,5	75
3	2xKD + U	2,1	0,7	1,01	1,5	75

#### Větev S2

úsek	Zařizovací předměty	$\sum DU$ (l/s)	K (-)	Q <sub>ww</sub> (l/s)	Q <sub>max</sub> (l/s)	DN
1	UW	0,5	0,7	0,5	0,8	50
2	2xUW	1,0	0,7	0,7	1,5	75
3	2xUW + P	1,5	0,7	0,86	1,5	75
4	2xUW + 2xP	2,0	0,7	1	1,5	75
5	2xUW + 2xP + WC1	4,0	0,7	1,4	5,2	110

#### Větev S3<sub>P</sub>

úsek	Zařizovací předměty	$\sum DU$ (l/s)	K (-)	Q <sub>ww</sub> (l/s)	Q <sub>max</sub> (l/s)	DN
1	UH	0,5	0,7	0,5	0,8	50
2	UH + WH	2,5	0,7	1,1	2,5	110

#### Větev S5<sub>D</sub>

úsek	Zařizovací předměty	$\sum DU$ (l/s)	K (-)	Q <sub>ww</sub> (l/s)	Q <sub>max</sub> (l/s)	DN
1	WC	2,0	0,7	1,0	2,5	110
2	WC + UW	2,5	0,7	1,1	2,5	110
3	2xWC + UW	4,5	0,7	1,5	2,5	110

#### Větev S6<sub>H</sub>

úsek	Zařizovací předměty	$\sum DU$ (l/s)	K (-)	Q <sub>ww</sub> (l/s)	Q <sub>max</sub> (l/s)	DN
1	KD	0,8	0,7	0,6	1,5	75
2	KD + U	1,3	0,7	0,8	1,5	75
3	KD + 2xU	1,8	0,7	0,9	1,5	75



Větev S7<sub>L</sub> a S18<sub>P</sub>

úsek	Zařizovací předměty	$\Sigma DU$ (l/s)	K (-)	$Q_{ww}$ (l/s)	$Q_{max}$ (l/s)	DN
5	U	0,8	0,7	0,6	2,5	110
6	2xU	1,6	0,7	0,9	2,5	110

Větev S8<sub>L</sub> a S8<sub>P</sub>

úsek	Zařizovací předměty	$\Sigma DU$ (l/s)	K (-)	$Q_{ww}$ (l/s)	$Q_{max}$ (l/s)	DN
5	WC	2,0	0,7	1,0	2,5	110
6	2xWC	4,0	0,7	1,4	2,5	110

Dimenze neuvedených větví jsou totožné s minimálním možným připojením dle Tab.B 5

**Dimenze připojovacího potrubí ve 2 a 3. NP**

(použitý SYSTÉM I dle ČSN 75 6760)

Tab.B 8 Celkem 8 podtabulek s návrhem dimenze pro jednotlivé větve v 2 a 3. NP

Větev S2<sub>L</sub>

úsek	Zařizovací předměty	$\Sigma DU$ (l/s)	K (-)	$Q_{ww}$ (l/s)	$Q_{max}$ (l/s)	DN
1	P	0,5	0,7	0,5	1,5	75
2	2xP	1,0	0,7	0,7	1,5	75
3	2xP + UT	1,5	0,7	0,9	1,5	75

Větev S3<sub>D</sub>

úsek	Zařizovací předměty	$\Sigma DU$ (l/s)	K (-)	$Q_{ww}$ (l/s)	$Q_{max}$ (l/s)	DN
1	WC	2,0	0,7	1,0	2,5	110
2	2xWC	4,0	0,7	1,4	2,5	110
3	3xWC	6,0	0,7	1,7	2,5	110
4	4xWC	8,0	0,7	2,0	2,5	110

Větev S4<sub>P</sub>

úsek	Zařizovací předměty	$\Sigma DU$ (l/s)	K (-)	$Q_{ww}$ (l/s)	$Q_{max}$ (l/s)	DN
1	UŽ4	2	0,7	1	1,5	75

Větev S3<sub>D</sub>

úsek	Zařizovací předměty	$\Sigma DU$ (l/s)	K (-)	$Q_{ww}$ (l/s)	$Q_{max}$ (l/s)	DN
1	WC	2,0	0,7	1,0	2,5	110
2	2xWC	4,0	0,7	1,4	2,5	110
3	3xWC	6,0	0,7	1,7	2,5	110
4	4xWC	8,0	0,7	2,0	2,5	110

Větev S5<sub>p</sub>

úsek	Zařizovací předměty	$\Sigma$ DU (l/s)	K (-)	Q <sub>ww</sub> (l/s)	Q <sub>max</sub> (l/s)	DN
1	UH	0,5	0,7	0,5	0,6	50
2	UH + WCH	2,5	0,7	1,1	2,5	110

Větev S9<sub>p</sub>

úsek	Zařizovací předměty	$\Sigma$ DU (l/s)	K (-)	Q <sub>ww</sub> (l/s)	Q <sub>max</sub> (l/s)	DN
1	WC	2,0	0,7	1,0	2,5	110
2	2xWC	4,0	0,7	1,4	2,5	110
3	2xWC + 2 UH	5,0	0,7	1,6	2,5	110

Větev S21<sub>H-DOLNÍ</sub>

úsek	Zařizovací předměty	$\Sigma$ DU (l/s)	K (-)	Q <sub>ww</sub> (l/s)	Q <sub>max</sub> (l/s)	DN
1	WC	2,0	0,7	1,0	2,5	110
2	2xWC	4,0	0,7	1,4	2,5	110

\* Připojovací potrubí vedená těsně nad sebou

Větev S21<sub>H-HORNÍ</sub>

úsek	Zařizovací předměty	$\Sigma$ DU (l/s)	K (-)	Q <sub>ww</sub> (l/s)	Q <sub>max</sub> (l/s)	DN
1	UŽ4	2	0,7	1	1,5	75

\* Připojovací potrubí vedená těsně nad sebou

Dimenze neuvedených větví jsou totožné s minimálním možným připojením dle Tab.B 5

## B.3.2) Návrh odpadního splaškového potrubí

### Podklady

Návrh splaškového odpadního potrubí dle ČSN EN 75 6760 a ČSN EN 12 056 – 2 - tabulka 11 a 12 pro zvolený Systém I. Odpadní potrubí musí být vedeno odděleně uvnitř objektu dle ČSN EN 12065-1, tudíž odvodnění plochých střech je provedeno do samostatného potrubí. Sjednocení odpadních vod proběhne vně objektu, neboť se zde nachází jednotná kanalizační síť.

Celé odpadní potrubí je dimenzováno na průtok odpadních vod v místě pod napojením nejnižšího připojovacího potrubí. Dále dle normy smí být do jednoho odpadního potrubí napojeno maximálně 8 záchodových mís o objemu nádržky max. 6 l pro DN100. Toto kritérium návrh splňuje.

Odpadní potrubí S5 (S5') a S21 (S21') jsou zalomena s vodorovným úsekem ve sklonu 3 % a tudíž došlo k její redukci před zalomením. Protože se tímto zalomením zvýšila DN na totožnou jako svodné potrubí, bude i zde navržen uklidňovací kus 250 mm mezi dvěma koleny při přechodu. Ve všech ostatních případech toto zanedbávám a těsně před vstupem do svodného potrubí navyšuji dimenzi a použiji variantu přechodu s dvěma koleny o 45° jak popisuje výše uvedená norma.

V projektu jsou značeny potrubí, která nevedou více než jedním podlažím, tudíž se nejedná o odpadní, ale nýbrž o pokračující připojovací potrubí. Jedná se o celky: S6; S7; S8; S17, S18; S19; S20. Návrh dimenzí přesto bezpečně uvažuji dle pravidel pro odpadní potrubí.

## Dimenze odpadního potrubí

Tab.B 9 Návrh dimenzí odpadního potrubí

Odpadní potrubí	$\Sigma DU$ (l/s)	$Q_{tot,rv}$ (l/s)	$Q_{max}$ (l/s)	DN
S1	4,6	1,5	5,2	110
S2	10,5	2,26	5,2	110
S3	19,0	3,3	7,6	125
S4	4,0	1,4	5,2	110
S5	15,5	2,7	5,2	110
S6	1,8	0,9	5,2	110
S7	2,6	1,1	5,2	110
S8	8,0	2,0	5,2	110
S9	9,0	2,1	5,2	110
S10-S17	1,5	0,9	2,0	75
S18	2,6	1,1	5,2	110
S19-S20	1,0	0,7	2,0	75
S21	122,0	2,4	7,6	125

### B.3.3) Návrh větracího potrubí

#### Podklady

Pro objekt bude zřízeno více větracích potrubí, které se v případech, kdy to situace dovolí, budou spojovat. Návrh dimenze bude probíhat na součtovou hodnotu všech připojených větracích potrubí. Těsně před výstupem nad střešní rovinu bude dimenze zvětšena o jednu řadu dle výrobce OSMA, kdy může dojít v zimním období k námraze vnitřního obvodu vyústěného potrubí a tím tak ke snížení jeho účinného průřezu.

Minimální dimenze na začátku bude zvolena vždy totožně podle příslušného odpadního potrubí, avšak minimálně DN 75. Nejmenší vyústění nad střechu bude pak s použitím také minimálně DN 75. Ve všech ostatních případech, kde nebude možno zřídit větrací potrubí vyvedené na střechu, kde bude naprojektován přívzdušňovací ventil. Ten bude 2x ročně kontrolován a bude zajištěn snadný přístup instalačními dvířky 300 x 150 mm. Návrh těchto ventilů dle ČSN EN 12 380, ČSN EN 13 6371 a 12056-2. Tato norma uvádí, že maximální výška odpadního potrubí smí být 10 m. Toto kritérium je splněno, neboť nejvyšší délka je 9,7 m od napojení do svodného potrubí po přívzdušňovací ventil ve 3. NP. Ventily budou nainstalovány vždy na odpadním potrubí v nejvyšším patře, které odvádí pouze vody od třídních umyvadel a dále v místnosti 106 – Cvičná kuchyně a 103 – keramická dílna, kde odpadní potrubí nepokračuje do vyšších NP.

#### Návrh přívzdušňovacích ventilů

Návrh (požitý systém I):

Nejmenší množství vzduchu pro přívzdušňovací ventil ...	$Q_a$ [l/s]
Celkový průtok odpadních vod ...	$Q_{tot}$ [l/s]
Maximální průtok odpadních vod pro navržený ventil ...	$Q_{tot,max}$ [l/s]



Obr. B 7  
Přívzdušňovací ventil HL 900 N  
[58]

Tab.B 10 Návrh přívzdušňovacích ventilů

Druh potrubí	$Q_{tot}$ [l/s]	$Q_{tot,max}$ [l/s]	$Q_a$ [l/s]	návrh
V kmenových třídách (celkem 8x DN 50)*	0,86	1,6	16	HL900N**
Místnost 103 (S6-DN 110)***	0,9	3,7	37	HL900N
Místnost 106 (S1-DN 110)	1,5	3,7	37	HL900N

\* Pro odpadní potrubí S10 až S17

\*\* Návrh přívzdušňovacího ventilu HL900N od firmy HL SIFOLE ABLAUFE. Napojovací dimenze – 50/75/110.

\*\*\* Název připojeného odpadního potrubí s příslušnou dimenzí

### Dimenze větracího potrubí

Tab.B 11 Návrh dimenzí větracího potrubí

Název odpadního potrubí	Nejvyšší hodnota součtu průtoků ( $Q_{tot}$ ) v připojených splaškových připojovacích potrubích [l/s]	Maximální hodnota součtu průtoků pro danou dimenzi $Q_{max}$ [l/s]	Návrh DN připojovacího potrubí
S2	2,26	5,8	125
S3	5,1	9,4	160
S4	1,4	5,8	125
S5	2,8	5,8	125
S7+S8+S18*	2,7	5,8	125
S9	2,1	5,8	125
S19	0,7	4,0	110
S20	0,7	4,0	110
S21	2,41	5,8	125

\* Společně větrací potrubí

## B.3.4) Návrh splaškového svodného potrubí

### Podklady

Vedení částečně v kolektorech a v podzemním podlaží. Navržen je minimální sklon pro splaškové odpadní vody – 2%. Napojení vedlejších větví je plynulé o stejném sklonu, kdy výšková úroveň bude vyrovnána protažením splaškového odpadního potrubí hlouběji pod strop.

Uchycení pomocí objímek se stropním zavěšením o maximální vzdálenosti 1100 mm mezi volnými úchyty. Pevné úchyty umístěny dle výkresu svodného potrubí (v místě připojení větve s průtokem vyšším než  $Q_{tot} = 1,8$  l/s a v půlce vzdálenosti dlouhého úseku bez připojovacích větví).

Minimální dimenze dle ČSN EN 75 6760 jest DN 75. Ta bude použita pro napojení vybraných vedlejších větví. Hlavní větev bude o dimenzi DN 125. Dodržují minimální průtočnou rychlost 0,7 – 5,5 m/s.

Na hlavní větev I - I' se napojují dvě přečerpávací zařízení. Jedno na odvod odpadní vody z dvou podlahových vpustí v technické a vzduchotechnické místnosti a druhé jako odvod kondenzátu z klimatizační jednotky. Výtlačné potrubí je opatřené smyčkou proti vzduť v instalačním prostoru, kde je po překročení smyčky napojeno na potrubí 50-PP HT. Do výpočtu uvažují odpadní vodu šedou (bez fekálií). Pro přečerpávací stanici kondenzátu je výrobcem doporučeno výtlačné potrubí PPR 16x2,7 na toto potrubí je provedeno vyústění ze stanice. Odpadní voda obsahuje pouze

kondenzát. Pro výpočet připojení na svodné potrubí uvažují dle ČSN 75 6760 100% maximální průtok nejvýkonnějšího zařízení a 40% maximálního průtoku druhé přečerpávací stanice dle Tab.B 122. Tyto hodnoty zahrnují do výpočtu úseku svodného potrubí 1-1'.

Tab.B 13 Potřebné hodnoty pro započítání přečerpávacích zařízení do svodného potrubí

Přečerpávací zařízení	Objem nádržky (l)	Max průtok $Q_{\check{c},max}$ (l/s)	40 % z $Q_{\check{c},max}$ (l/s)
Grundfos CM1-4 A-R-A-E-AVBE	20	<b>0,6</b>	-
Conflikt 1	2,65	0,08	<b>0,032</b>

### Dimenze splaškového svodného potrubí

V projektu se vyskytuje pouze oddílná kanalizace, výpočet bude probíhat dle vztahu:

$$Q_{tot,rv} = Q_{ww} + Q_c + Q_p < Q_{max}$$

Průtok odpadních vod ...	$Q_{ww}$ (l/s)
trvalý průtok ...	$Q_c = 0$ l/s
čerpaný průtok ...	$Q_p = 0$ l/s

Tab.B 14 Celkem 3 podtabulky s výpočtem tří nejvíce vytížených potrubí, při úvaze 70 % plnění

#### Splaškové svodné potrubí 1' - 1

Úsek	Přírůstek DU	$\sum DU$ (l/s)	$Q_{tot,rv}$ (l/s)	$Q_{max}^*$ (l/s)	Sklon (%)	DN
1 - 15'	1,0	1,0	0,7	9,6	2	125
15' - G'	19,1	20,1	3,1	9,6	2	125
G' - 13'	-	-	3,7	9,8	2	125
13' - 3'	13,5	34,6	4,7	9,6	2	125
3' - P'	28,9	63,5	6,2	9,6	2	125
P' - 2'	5	68,5	6,33	9,6	2	125
2' - 1'	1,0	69,5	6,4	9,6	2	125

\* dle ČSN EN 75 6760 (Tabulka 12)

#### Splaškové svodné potrubí 3' - 3

Úsek	Přírůstek DU	$\sum DU$ (l/s)	$Q_{tot,rv}$ (l/s)	$Q_{max}$ (l/s)	Sklon (%)	DN
3 - 11'	1,8	1,8	0,9	9,6	2	125
11' - 10'	2,0	3,8	1,4	9,6	2	125
10' - 5'	1,5	5,2	3,3	9,6	2	125
5' - 4'	6,8	12,0	2,4	9,6	2	125
4' - 3'	1,0	13,0	2,5	9,6	2	125

#### Splaškové svodné potrubí 5' - 5

Úsek	Přírůstek DU	$\sum DU$ (l/s)	$Q_{tot}$ (l/s)	$Q_{max}$ (l/s)	Sklon (%)	DN
------	-----------------	--------------------	--------------------	--------------------	--------------	----

5 - 9'	4,6	4,6	0,7	9,6	2	125
9' - 8'	5,5	10,1	2,6	9,6	2	125
8' - 7'	0,5	10,6	2,3	9,6	2	125
7' - 6a'	25,5	36,1	4,2	9,6	2	125
6a' - 6'	12,0	48,1	4,8	9,6	2	125
6' - 5'	4,0	52,1	5,0	9,6	2	125

Jak ukazují tyto tři tabulky, kapacita při plnění 70% pro dimenzi DN 125 není vyčerpána ani z poloviny. Tato hodnota maximální hydraulické kapacity byla stanovena z tabulek výrobce OSMA-druh potrubí PVC – KG, kdy uvažují sklon 20 ‰. Je zřejmé, že ostatní připojené větve vyhoví podmínkám maximálního průtoku dle ČSN 75 6760. Svodná potrubí o dimenzi DN 75 nejsou uvedena, proto jejich kapacita byla určena na  $Q_{max} = 1,8$  (l/s) dle publikace: Zdravotně technické instalace (Zdeněk Žabička, Jakub Vrána).

V hloubce základové spáry se nevyskytuje vysoká hladina podzemní vody a založení objektu předpokládám na propustném podloží, proto není třeba projektovat odvodnění drenáže suterénní stěny a základové spáry vně objektu v podsklepené části ve směru rovnoběžném s hlavní ulicí.

### B.3.5) Návrh dešťového odpadního potrubí

#### Podklady

Zastřešení objektu obsahuje 3 varianty střešních konstrukcí. Jedná se o sedlovou střechu z 60 %, dále střechu plochou ze 35 % a pultovou 5%. Odtok ze střech sedlové a pultové je proveden do okapního systému vedoucího po fasádě, odtok střechy ploché, do vnitřních odpadních potrubí v instalační šachtě, které bude odděleno od kanalizačního potrubí splaškového. Toto potrubí bude tepelně zaizolováno dle ČSN 75 6760 proti zamezení orosování. Pro zateplení postačí dle výrobce AEROFLEX izolační návlék z PE o síle stěny tl. 20 mm. Průměr dle odpadního dešťového potrubí – DN 110.

Dešťové měděné svody vedené po fasádě budou opatřeny ochranným návlékem z PVC – KG potrubí do minimální výše 1,5, aby nedošlo k poškození, jak uvádí výše uvedená norma. Všechny dešťové svody budou vedeny pokud možno přímě bez zalomení. Vnitřní dešťová odpadní potrubí ústící do svodného potrubí přechodem z kolektoru do země budou pevně uchycena konzolově ke stěnám kolektoru, aby nedošlo k poškození vlivem spádové výšky cca 13,5 m.

#### Dimenze splaškového odpadního potrubí

##### Průtok dešťových vod

r	...	vydatnost deště [l/s*m <sup>2</sup> ] (pro ČR r = 0,030 l/s*m <sup>2</sup> )
C	...	součinitel odtoku [-]
A <sub>i</sub>	...	účinná plocha střechy [m <sup>2</sup> ]

$$Q_r = r * C * A \quad [l/s]$$



Tab.B 15 Návrh dimenzí střešních svodů

ozn. Střešní Plochy <sup>(3)</sup>	ozn. svodného potrubí	Plocha (m <sup>2</sup> )	C (-)	R (l/s*m <sup>2</sup> )	Q <sub>r</sub> (l/s)	DN
A1	D1	197,0	1,0	0,03	5,91	100 <sup>(1)</sup>
A2	D2	197,0	1,0	0,03	5,91	100
A3	D3	57,3	1,0	0,03	1,72	100
A4	D4	45,6	1,0	0,03	1,37	100
A5	D5	94,3	0,8	0,03	2,83	110 <sup>(2)</sup>
A6	D6	39,9	0,8	0,03	1,20	110
A7	D7	206,8	1,0	0,03	6,20	100
A8	D8	73,8	1,0	0,03	2,21	100
A9	D9	162,4	1,0	0,03	4,87	100
A10	D10	52,9	1,0	0,03	1,59	100
A11	D11	129,7	1,0	0,03	3,89	100

<sup>(1)</sup> Z bezpečnostních důvodů volím min. DN 100. Pro měděné svodné potrubí DN 100 odpovídá maximální průtok  $Q_{d,max} = 8,1$  l/s. Tuto dimenzi stanovuje také norma ČSN 75 6760 jako minimální pro vnější dešťové svodné potrubí.

<sup>(2)</sup> Dešťové potrubí PP- HT vedené instalační šachtou a vyvedené kolektorem do země. Těsně před průchodem dojde ke změně materiálu na PVC –KG DN 125.

<sup>(3)</sup> Návrh dimenze splaškového odpadního potrubí

### Návrh lapače střešních splavenin

Dle tabulky je zřejmé, že odvodňovací plochy jsou rozsáhlé. Pro návrh lapače střešních splavenin KV110/125 ST výrobce uvádí podmínky pro jeho zakomponování.

Maximální průtok.....  $Q_{d,max} = 390$  l/min

r ... vydatnost deště [l/s\*m<sup>2</sup>] (pro ČR  $r = 0,030$  l/s\*m<sup>2</sup>)

C ... součinitel odtoku [-] (pro střechy  $C = 1$ )

A ... účinná plocha střechy [m<sup>2</sup>] ( $A7 = 206$  m<sup>2</sup>)

$$Q_d = r * C * A$$

$$Q_d = 0,03 * 1 * 206$$

$$Q_d = 6,18 \text{ l/s} = 370,8 \text{ l/min} < 390 \text{ l/min} = Q_{d,max}$$

Návrh lapače pro střešní roviny A1; A2; A7; A9 doplňuji o žlabový zachytávač listí KLEMPOS RŠ 300, protože průtok je hraniční a mohlo by dojít k zanesení lapače, tedy ke snížení jeho účinného průtoku.

### Tabulka sjednocení sjednocení střešních rovin

Označená plocha střešní roviny uvedená na schématu střechy připadá ke svodnému dešťovému potrubí dle této tabulky:

Tab.B 16 Tabulka sjednocení střešních rovin a svodných dešťových potrubí

ozn. Střešní plochy	ozn. přiřazeného svodného potrubí
A1	25'
A2	19'
A3	32'
A4	24'
A5	31'
A6	30'
A7	23'
A8	22' a 21' <sup>(1)</sup>
A9	20' a 26' <sup>(2)</sup>
A10	27' a 28' <sup>(3)</sup>
A11	29'

<sup>(1)</sup> & <sup>(2)</sup> & <sup>(3)</sup> Střešní rovina rozdělena do dvou okapních svodů

### B.3.6) Návrh dešťového svodného potrubí

#### Podklady

Potrubí vedeno jednotným sklonem 1%, vyjma úseku vyrovnání pro napojení na akumulární nádrž ve stejné výškové úrovni, kdy byl spád zvýšen na 2%. Po trase se nachází revizní šachty do maximální rozvinuté vzdálenosti 25 m a jemné košíčkové filtry. Zabezpečení proti vzdutým vodám je komplexně řešeno již v napojení akumulární nádrži přes dvojitou zpětnou klapku, tedy je zamezeno zpětnému průtoku. Vedení trasy je projektováno v nezámrazné hloubce, půdorysné odstoupení od objektu je 1m.

#### Dimenze dešťového svodného potrubí

Tab.B 17 Celkem 3 podtabulky s výpočtem tří nejvíce vytížených potrubí při zaplnění 70%

##### Dešťové svodné potrubí 21' - 21'

Úsek	Přírůstek $Q_r$	$\sum Q_r$ (l/s)	$Q_{max}^*$ (l/s)	Sklon (%)	DN
21 - 26'	5,91	5,91	10,2	1	125
26' - 25'	1,37	7,28	19,72	1	160
25' - 24'	6,20	13,48	19,72	1	160
24' - 23'	2,21	15,69	19,72	1	160
23' - 22'	2,21	17,90	19,72	1	160
22' - 21'	4,87	22,77	35,80	1	200

\* uvádí výrobce OSMA KG SYSTÉM PVC

##### Dešťové svodné potrubí 27' - 27'

Úsek	Přírůstek DU	$\sum Q_r$ (l/s)	$Q_{max}$ (l/s)	Sklon (%)	DN
27 - 34'	5,91	5,91	10,2	1	125

34' - 32'	1,72	7,63	10,2	1	125
32' - 31'	4,03	11,66	19,72	1	160
31' - 30'	3,89	15,52	19,72	1	160
30' - 29'	1,59	17,11	19,72	1	160
29' - 28'	1,59	18,7	19,72	1	160
28' - 27'	4,87	23,57	35,80	1	200

Návrh pojistného svodného dešťového potrubí **35-35'** ústící z akumulární nádrže.

Úsek	Přírůstek DU	$\sum Q_r$ (l/s)	$Q_{max}$ (l/s)	Sklon (%)	DN
35-35'	51,34	51,34	62,4	4	200

### B.3.7) Návrh přečerpávacího zařízení

*Správce kanalizační sítě nemá stanovenou hladinu vzduté vody, tudíž bezpečně uvažují hranici 0,3 m nad terén a výpočtově 800 mm nad terénem pro snadné provedení přechodu materiálu z výtlačného na splaškové potrubí dle schématu. Dle normy je tato hranice stanovená totožně s terénem.*

#### B.3.7.1) Zařízení A – GRUNDFOS MSS.11.1.2

##### Přečerpávací stanice pro podlahové vpusti v technické místnosti 1.PP

*Návrh zařízení GRUNDFOS čerpací stanice MSS.11.1.2 1X230V / 97901037 určená pro přečerpávání odpadních vod v technické místnosti. Zařízení odvádí splaškovou vodu ze dvou podlahových vpustí DN 50 (vzduchotechnická místnost a technická místnost). Čerpací výška bude navýšena o výšku vzdutí vody, které bude provedeno v 1. NP. Čerpání netrvá déle jak 1 minutu. Návrh dle ČSN EN 12056-4.*

Čerpací úsek ... P – P'  
 Objem akumulární nádoby ... 20 l  
 Připojení na potrubí ... EKOPLASTIK PPR  
 40x6,7



Obr. B 8 Přečerpávací stanice  
 MSS.11.1.2 1X230V / 97901037  
 [59]

##### Stanovení čerpaného průtoku

$$Q_p = K * \sqrt{\sum D \bar{U}}$$

$$Q_p = 0,7 * \sqrt{(2 \times 0,5)}$$

$$Q_p = 0,7 \text{ l/s} = 2,52 \text{ m}^3/\text{h}$$

##### Výpočet minimálního průtoku – $Q_{min}$ při dodržení rychlosti $v = 0,7 \text{ m/s}$ :

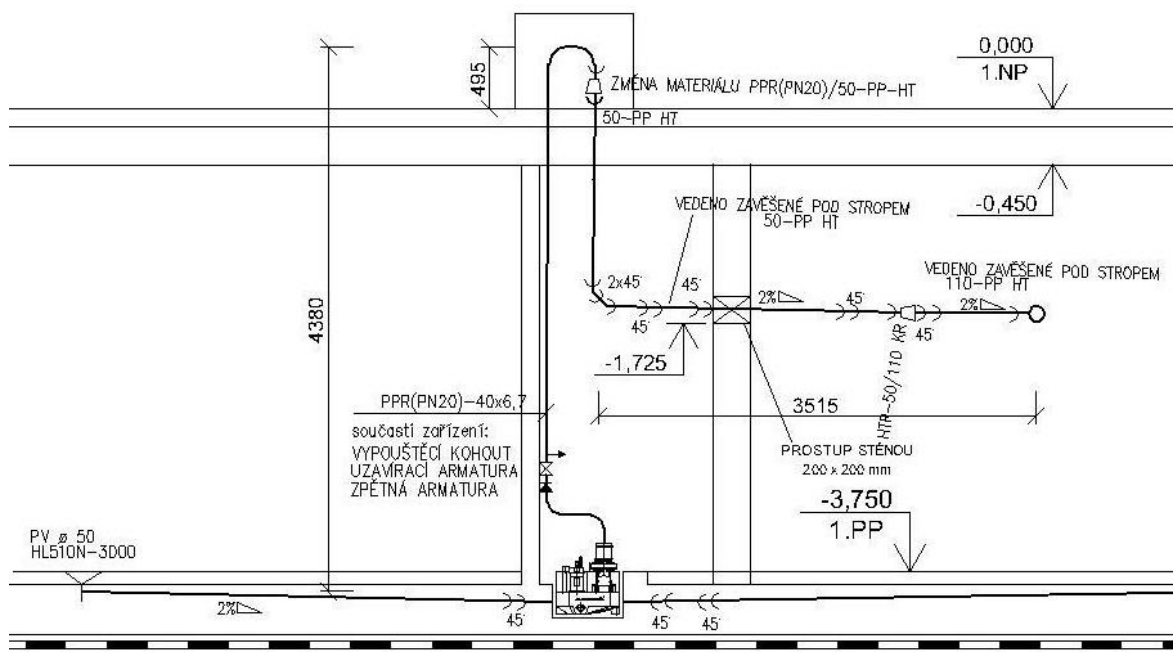
Vnitřní průřez výtlačného potrubí ...  $d_i = 33,3 \text{ mm}$

$$Q_{min} = v * \frac{\pi}{4} * 10^{-3} * d_i^2$$

$$Q_{min} = 0,7 * \frac{\pi}{4} * 10^{-3} * 33,3^2$$

$$Q_{min} = 0,61 \text{ l/s}$$

Stanovení celkové dopravní výšky  $H_{tot}$  dle vzorců:



Obr. B 9 Schéma zapojení přečerpávací stanice MSS.11.1.2 1X230V / 97901037

$H_{geo}$  ... Hydrostatická výška – [4,38 m] – dle schéma

$H_V$  ... Tlaková ztrátová výška – [m]

$H_{V,A}$  ... Tlakové ztráty v armaturách a tvarovkách – [m]

$H_{V,R}$  ... Tlakové ztráty třením v potrubí – [m]

$$H_{tot} = H_{geo} + H_V$$

$$H_V = H_{V,A} + H_{V,R}$$

$v$  ... Průtočná rychlost potrubím [m/s]

$g$  ... Gravitační zrychlení [9.81 m/s]

$\xi_i$  ... Součinitel ztrát místními odpory

$$H_{V,A} = \sum \xi_i * \frac{v^2}{2g}$$

$L$  ... Délka potrubí [ $L = 4,8 \text{ m}$ ] (od čerpadla až po smyčku vzduté vody)

$H_{v,j}$  ... Tlakové ztráty potrubí na 1m.b. (dle diagramu tlakových ztrát, v normě EN 12056-4 uvedeno jako Obrázek 9.)

$$H_{V,R} = \sum (H_{v,j} * L)$$

Tab.B 18 Výpočtová tabulka k posouzení čerpadla A

Q	d x s	v	H <sub>V,L</sub>	L	H <sub>V,R</sub>	ξ				Σξ	H <sub>V,A</sub>	H <sub>tot</sub>
						[-]						
						1,5	1	2,2	0,5			
[l/s]	[mm]	[m/s]	[m]	[m]	[m]	koleno 90°	volný výtok	zpětná armatura	uzavírací kohout	[-]	[m]	[m]
0,6	40x6,7	1,1	0,042	4,8	0,2	3	1	1	1	8,2	0,51	5,21

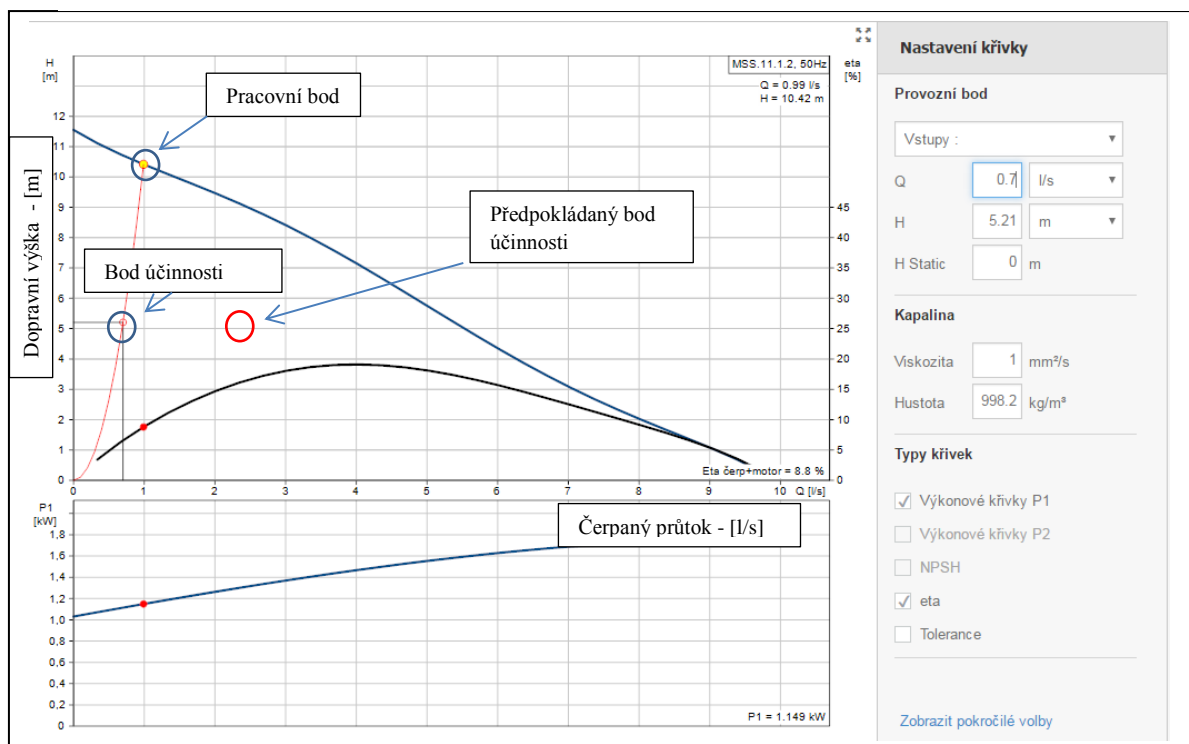
### Porovnání s dopravní výškou H<sub>P</sub> (udávanou výrobcem)

$$H_P > H_{tot}$$

$$9.679 > 5,21 \text{ [m]}$$

Návrh čerpadla vyhovuje podmínkám ČSN EN 12056-4. Technické parametry navrženého čerpadla viz příloha.

Graf B 2 Pracovní graf čerpadla GRUNDFOS MSS.11.1.2 1X230V / 97901037 v provozu [60]



Dle porovnání pracovního bodu a bodu účinnosti zobrazovaného čerpadla je zřejmé, že využití je cca 50 %. Tato rezerva slouží k připojení přepadového potrubí ze zásobní nádrže zásobující pitnou vodou přečerpávající systém studené užitkové vody. Tuto rezervu musíme navrhnout, ovšem k přepadu hladiny díky elektrickému spínači, který se v době vypnutí automaticky uzavírá, logicky nedojde, bude se jednat spíše o stříkající vodu, která bude v minimálním množství přitékat do přečerpávající stanice. Z tohoto důvodu vidím zbytečné připočítávat průtok odpadní vody, proto tento jev posoudím pouze na výkonu čerpadla s posunutím pracovního bodu. Toto navýšení by vedlo ke zvýšení maximálního průtoku čerpadla o  $Q_n = 1,6 \text{ l/s}$  (posunutí bodu účinnosti vpravo). Z grafu je

patrné, že výjimečný stav by čerpadlo dokázalo překlenout. I v této chvíli je čerpadlo pod úrovní svého maximálního výkonu. Toto vysvětlují budoucím připojením dalších zařizovacích předmětů (např. wc a umyvadel v zatím nevyužívaných prostorech podzemního podlaží, neboť stanice má celkem 4 možné přítoky. Tato změna by ovšem vedla k výměně výtlačného potrubí, které musí být nově dimenzováno na odpadní vody s fekáliemi bez mělnice, který zařízení neobsahuje. Nejmenší vnitřní průměr tohoto potrubí je DN 80 podle platných norem pro návrh čerpadla ČSN EN 12056-4 (tabulka č.2). V době návrhu nemusí být již norma platná, proto bude nutné tento požadavek potvrdit.

### B.3.7.2) Zařízení B – GRUNDFOS CONFLIGT 1

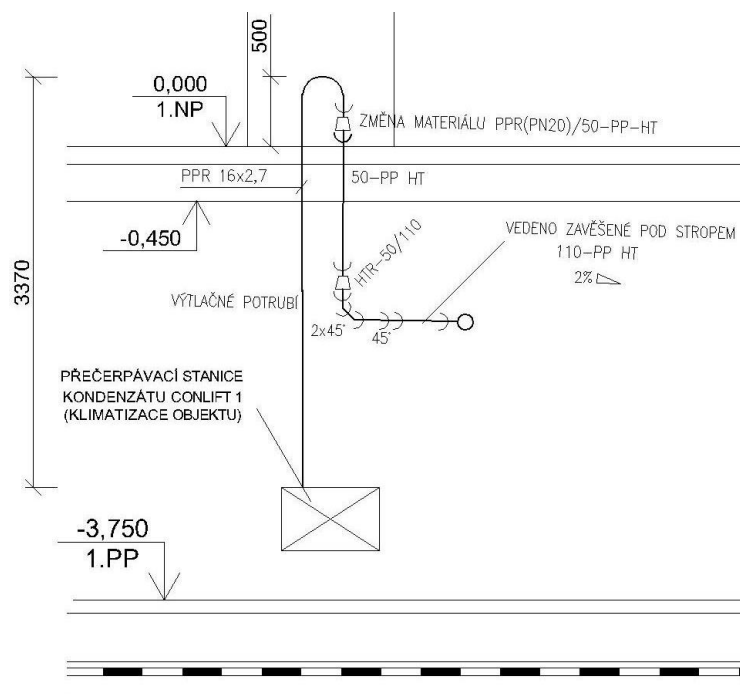
#### Návrh přečerpávací stanice kondenzátu klimatizační jednotky do vzduchotechnické místnosti

Návrh zařízení GRUNDFOS Confligt 1. Zařízení bude odvádět pouze kondenzát vzniklý v klimatizační jednotce. Čerpací výška bude navýšena o výšku vzduší vody, které bude provedeno v 1. NP. Kondenzát bude vznikat v letním období, kdy bude třeba chladit čerstvý přísun vzduchu. Množství kondenzátu nebylo určeno, proto návrh čerpací stanice na zvolené množství kondenzátu vyprodukované na 1 hod. Návrh dle ČSN EN 12056-4. Čerpání netrvá déle jak 5 minut.

Čerpací úsek	...	G – G'
Objem akumulací nádoby	...	2,65 l
Připojení na potrubí	...	EKOPLASTIK PPR 16x2,7
Délka potrubí	...	L = 3,4 m



Obr. B 10 přečerpávací stanice kondenzátu GRUNDFOS Confligt 1 [61]



Obr. B 11 Schéma zapojení přečerpávací stanice kondenzátu GRUNDFOS Confligt 1



Tab.B 19 Výpočtová tabulka k posouzení čerpadla B

Q	d x s	v	H <sub>v,J</sub>	L	H <sub>v,R</sub>	ξ				Σξ	H <sub>v,A</sub>	H <sub>tot</sub>
						[-]						
						1,5	1	2,2	0,5			
[l/s]	[mm]	[m/s]	[m]	[m]	[m]	koleno 90°	volný výtok	zpětná armatura	uzavírací kohout	[-]	[m]	[m]
0,08	16x2,7	0,945	0,06	3,6	0,216	1	1	1	1	4,2	0,19	3,99

Pro výpočet použité stejné vzorce jako pro čerpadlo A

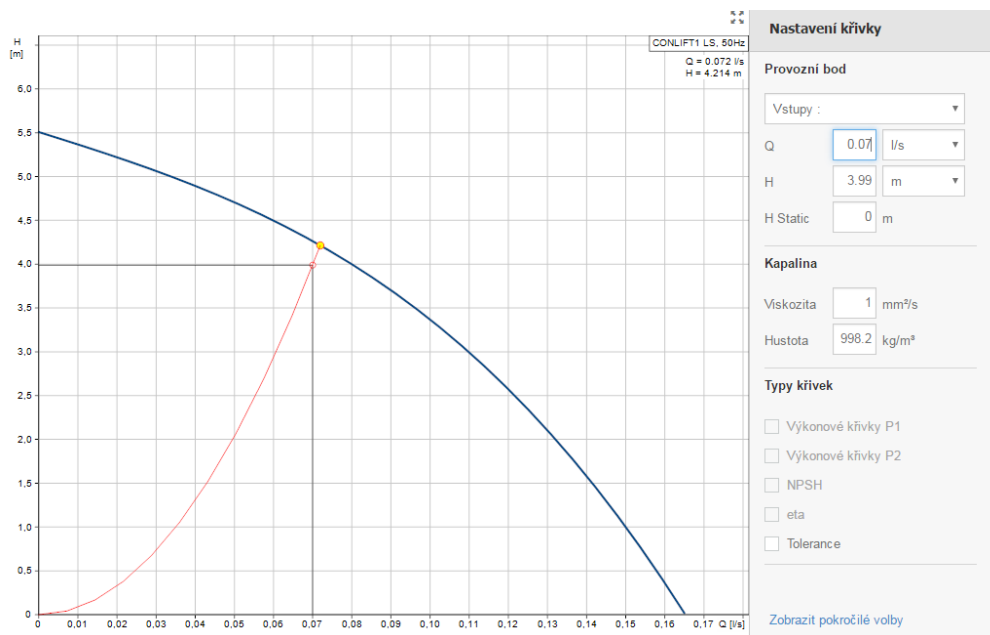
### Porovnání s dopravní výškou H<sub>P</sub> (udávanou výrobcem)

$$H_P > H_{tot}$$

$$4,575 > 3,99 \text{ [m]}$$

Návrh čerpadla vyhovuje podmínkám dle ČSN EN 12056-4. Bylo zvoleno záměrně výtlačné potrubí o malé dimenzi, aby byla splněna podmínka minimální rychlosti při průtoku odpadních vod výtlačným zařízením. ( $v_{min} = 0,7 \text{ m/s}$ ). Dle odstavce 11.2 normy ČSN EN 6760, který řeší podmínky odvodu kondenzátu z klimatizačních zařízení, není stanoven minimální průměr výtlačného potrubí. Řeší se zde pouze napojení na podlahovou vpust' dimenzí min. 32 mm.

Graf B 3 Pracovní graf čerpadla GRUNDFOS Confligt 1 v provozu



## B.3.8) Návrh dešťové akumulční nádrže

### Podklady

Návrh proveden dle [a] ; [b]. Dešťová voda ze střech základní školy bude svedena do akumulční nádrže a její následné využití bude jen pro splachování WC v celém objektu. Další využití např. pro zalévání neuvažují, ale bude proveden rohový ventil ústící na školním pozemku, kde bude možné její využití i mimo splachování WC.

## Návrh filtrů

Filtrování vody pouze přes lapač střešních splavenin (hrubý filtr) není dostačující, proto je navržen speciální filtr odpovídající požadavkům na maximální velikost pevných částic v čerpané vodě vycházející z technické dokumentace výrobce čerpacího zařízení. Budou navrženy dva externí košíčkové filtry pro průmyslové provedení UNT s napojením 3 x DN200 (2x přívod nad košíčkovým filtrem a 1x odtok, kdy jedno přívodní napojení bude zaslepeno krytkou) s maximální odvodňovací plochou  $A_{\max} = 1200 \text{ m}^2$ . Účinná plocha střechy Základní školy Náklo ...  $A_{\text{úč}} = 1475 \text{ m}^2$  je v poměru cca 50% rozdělena do dvou hlavních přívodních trub DN 160.



Obr. B 12 Košíčkový filtr průmyslový UNT [62]

Výpočetní vztah:

$$A_{\text{úč},0,5} = A_{\text{úč}}/2 = 1475/2 = 738 \text{ m}^2 < 1200 \text{ m}^2 = A_{\max}$$

Za čerpadlem vody pro potřeby objektu je navržen na vodovodním potrubí doplňkový mechanický filtr. Vedení dešťové (dále jen užitkové) vody musí být odděleno od rozvodu pitné vody. Bude předepsána pravidelná kontrola jednotlivých komponentů (střešní žlaby, zásobní nádrže, síta filtry, lapače střešních splavenin a zpětné armatury) jednou za 2 měsíce. Zásobní nádrž musí být čistěna minimálně 1x ročně, jemný filtr na vodovodním potrubí, košíčkový filtr a zpětná armatura jednou za dva měsíce.

## Stanovení velikosti akumulční nádrže

*Bilance provozní efektivity*

- 1) Denní potřeba dešťové vody pro splachování

Tab.B 20 Denní potřeba dešťové vody pro splachování

Uživatelé budovy	Počet	Počet velkých spláchnutí WC – 6 l	Počet malých spláchnutí WC – 3 l	Počet spláchnutí pisoárů – 1,5 l	Objem potřebné vody $Q_{dp,i}$ (l/den)
Žáci - chlapci	150	1	0	3	1 575
Žáci - dívky	150	1	3	0	2 250
Učitelé	15	1	1	1	157,5
Ostatní personál	4	1	1	1	42
Nájemci haly	28	0	1	0	84
<b>CELKEM <math>Q_{dp}</math></b>					<b>4 108,5 l/den</b>

Obsazenost budovy vždy nebude 100%, proto denní potřeba bude vždy menší a tuto redukci kompenzují provozem haly v období nečinnosti základní školy, tedy v době po zakončení výuky, víkendové provozy a prázdninové provozy, zejména pak letní pronájem, kdy bude zvláště především spotřeba pitné vody na sprchování.

- 2) Roční potřeba dešťové vody pro splachování

$$Q_r = Q_{dp} * 200 = 4 108,5 * 200 = 821 700 \text{ l/rok} = 822 \text{ m}^3/\text{rok}$$

## 3) Roční zisky dešťové vody

Púdorysný průmět střešní roviny	...	$A = 1467 \text{ m}^2$
součinitel využití dešťové vody (šikmá střecha s nepropustným povrchem)	...	$\Psi_d = 0,8$
průměrný roční úhrn srážek	...	$h_r = 570 \text{ mm/rok (Olomoucko)}$
hydraulická účinnost filtrů	...	$\eta = 0,9$

$$V_d = A * \Psi_d * h_r * \eta = 1467 * 0,8 * 570 * 0,9 = 602\,056 \text{ l/rok} = 602 \text{ m}^3/\text{rok}$$

Posouzení:

$$Q_r = 822 \text{ m}^3/\text{rok} > V_d = 602 \text{ m}^3/\text{rok} \Rightarrow \text{NEVYHOVUJE (70 \%)}$$

(potřebná voda > získaná voda) ( $\text{m}^3/\text{rok}$ )

Je zřejmé, že pokrytí potřeby vody pro splachování vodou dešťovou je s účinností cca 70 %. To znamená, že zbylých 30 % pokrytí bude využívána pitná voda, neboli do systému na využití dešťové vody bude doplňována voda pitná. Z tohoto důvodu nezapočítávám napojení exteriérových rohových ventilů určených například pro čištění akumulací nádrže a občasně zalévání, neboť energie spotřebovaná na vytvoření přetlaku převyšuje náklady z užití pitné vody z vodovodu. Z praktického ekonomického hlediska je to nevyhovující stav, ale z cvičných důvodů přesto návrh akumulací nádrže provedu. Ze stránky ekologické se totiž jedná o vyhovující stav.

**Návrh objemu akumulací nádrže**

Objem akumulací nádrže dešťové vody je navrhován na 2 až 3 týdny (volím 2 týdny  $g = 10$  dní) suchého období, během kterého je voda rovnoměrně čerpána do systému. Provoz budovy uvažuji pouze ve všední dny a zanedbávám víkendový provoz sportovní haly.

$$V_n = Q_{dp} * g = 4\,108,5 * 10 = 41\,085 \text{ l/2 týdny} = 41 \text{ m}^3$$

Navrhuji segmentovou železobetonovou akumulací nádrž firmy PREFA BRNO. Nádrž se bude skládat ze dvou vzájemně propojených segmentů o objemu:

$$V_{sk} = 2 * 25,35 = 50,70 \text{ m}^3$$

Objem vzduchové rezervy při plném uvažovaném plnění:

$$V_{rez} = 2 * (0,5 * 2,4 * 3,8) = 9,12 \text{ m}^3$$

Akumulací objem:

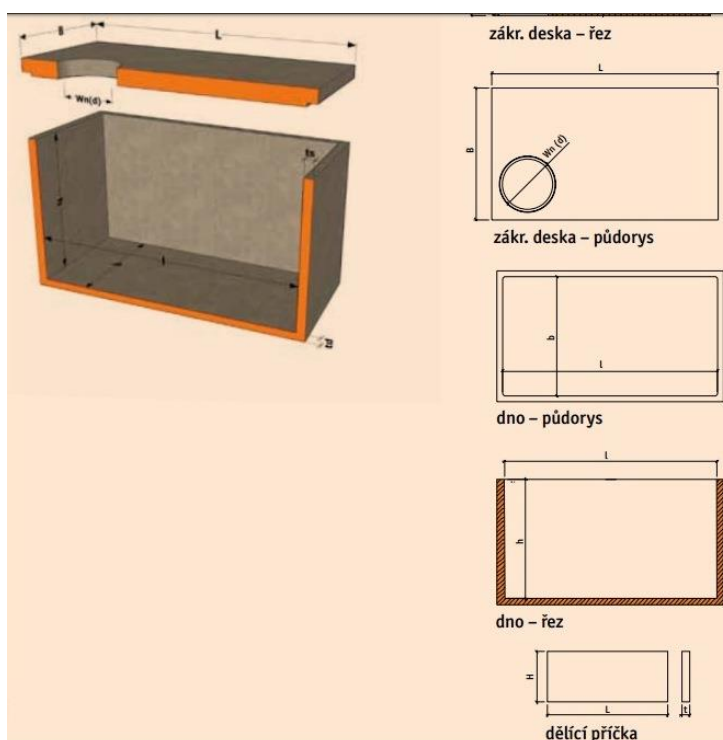
$$V_{AKU} = V_{sk} - V_{rez} = 41,58 \text{ m}^3 > V_n = 41 \text{ m}^3$$

Dle výrobce je možno při propojení 2 a více dílů použít dělicí příčky mezi díly, ovšem rozměry ani požadavky a rozměry neuvádí, proto tuto příčku zanedbávám. Objem nádrže je

záměrně volen větší z důvodu technické rezervy, kdy vtoky dešťové vody nesmí být pod vodou a dále bezpečnostní přepad se musí nacházet pod úrovní těchto vtoků. Z tohoto důvodu volím maximální hladinu vody 0,5 m pod poklop akumulční nádrže. Může se zdát, že tato rezerva je až příliš zbytečně bezpečná, běžně se maximální hladina projektuje 200-300 mm pod víko nádrže. Činím tak proto, aby bylo možno bezpečně kontrolovat odtok pojistného přepadu při přeplnění. Tento odtok bude vytvořen z potrubí neměkčeného polyvinylchloridu PVC – KG firmy OSMA DN 200. Dimenze kompenzuje velkou střešní plochu, dáno výpočtem. Napojení tohoto potrubí při maximální hladině 300 pod víko, by znamenalo pouze **70 mm** betonu, neboť uvažuji i vodotěsný spoj z PUR pěny o tl. 30 mm.

Požadované přivzdušnění akumulční nádrže se provede samostatným potrubím 200-PVC KG zakončeným větrací hlavici 0,5 m nad terénem vycházející z obou dílů. K zamezení poškození budou opatřeny ochranou ocelovou skříní (viz. Situace)

Síla ŽB stěny	... 140 mm.
Celkové rozměry pro situaci	... 5,36 x 3,58 m
Poklop	... průměr 1 m



Obr. B 13 Akumulační nádrž PREFA BRNO [63]

## ZÁKRYTOVÁ DESKA

značka	rozměry (mm)				hmotnost (kg)
	B	L	H	Wn (d)	
PNO 240/140/20 ZDP - 14	2680	1680	200	1000	1820
PNO 240/190/20 ZDP - 14	2680	2180	200	1000	2470
PNO 240/240/20 ZDP - 14	2680	2680	200	1000	3130
PNO 240/280/20 ZDP - 14	2680	3080	200	1000	3650
PNO 240/330/20 ZDP - 14	2680	3580	200	1000	4310
PNO 240/380/20 ZDP - 14	2680	4080	200	1000	4970
PNO 240/430/20 ZDP - 14	2680	4580	200	1000	5620
PNO 240/480/20 ZDP - 14	2680	5080	200	1000	6280
PNO 240/530/20 ZDP - 14	2680	5580	200	1000	6940
PNO 240/580/20 ZDP - 14	2680	6080	200	1000	7590
PNO 240/610/20 ZDP - 14	2680	6380	200	1000	7990

2x

Obr. B 14 Volba zákrytové desky akumulční nádrže PREFA BRNO [63]

DNO VÝŠKA 2780 mm					
PNO 240/140/278/14 BZP	2400	1400	2780	9,34	9 525
PNO 240/190/278/14 BZP	2400	1900	2780	12,67	10 960
PNO 240/240/278/14 BZP	2400	2400	2780	16,01	12 400
PNO 240/280/278/14 BZP	2400	2800	2780	18,68	13 555
PNO 240/330/278/14 BZP	2400	3300	2780	22,02	14 995
PNO 240/380/278/14 BZP	2400	3800	2780	25,35	16 440
PNO 240/430/278/14 BZP	2400	4300	2780	28,69	17 880

2x

Poznámka: V případě požadavku lze vyrobit u výrobku sílu stěny 200 a 250 mm

Obr. B 15 Volba dna akumulční nádrže PREFA BRNO [63]

## B.3.9) Dimenzování kanalizační přípojky

Odtok srážkových vod přiváděný do svodného potrubí není regulován na odtoku z retenční dešťové nádrže nebo vsakovacího zařízení srážkových vod. Proto uvažují tento vztah:

$$Q_{rw} = 0,33 * Q_{ww} + Q_c + Q_p + Q_r$$

průtok splaškových vod	...	$Q_{ww}$ [l/s]
trvalý průtok	...	$Q_c$ [l/s]
čerpaný průtok	...	$Q_p$ [l/s]
průtok srážkových vod	...	$Q_r$ [l/s]

$$Q_{rw} = 0,33 * Q_{ww} + Q_c + Q_p + Q_r$$

$$Q_{rw} = 0,33 * 69,5 + 0 + 0 + 44$$

$$Q_{rw} = 66,9 \text{ l/s}$$

Posudek:

$$Q_{rw, \max} > Q_{rw}$$

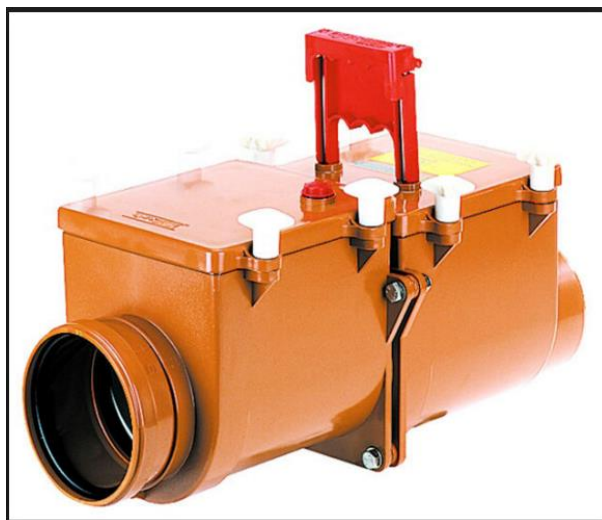
$$74 > 66,9 \text{ [l/s]}$$

Navrhují kanalizační přípojku výrobce OSMA KG SYSTÉM PLUS DN 200 (vnitřní průměr 193,8 mm) ve sklonu 4%.

Dle výrobce OSMA je kapacitní průtok při 70% plnění  $Q_{rw,max} = 74$  l/s. Dle normy ČSN EN 12056-2 - příloha B1 - Kapacitní průtoky svodných potrubí je uveden informativně průtok pro stejné podmínky 47,6 l/s. Norma uvádí, že jde pouze o informativní tabulku pro rychlé navrhování, proto hodnotu zanedbávám.

Z výhledového hlediska neuvažuji další významné rozšíření stavby, neboť objekt je zděný o 3. NP (statické hledisko) s vazníkovou stanovou střechou, tedy bez využití podkrovní části. Objekt byl v nedávné době rozšířen a kapacitně je již naddimenzován v porovnání s osídleností města Náklo. Samozřejmě takovéto neplánované rozšíření by znamenalo instalaci doprovodných retenčních nádrží, které by řízeně redukovali odvod dešťové vody, neboť převážná část dimenze přípojky obsahuje průtok dešťových vod. Dalším možným řešením je zvětšení dimenze kanalizační přípojky, což by doprovázel hydrotechnický výpočet dokládající návrh dimenze větší jak 200 mm, který vyžadují normy ČSN EN 752 a ČSN EN 75 6101. Vzdálenosti kanalizační přípojky a ostatních vnitřních podzemních kanalizačních tratí od ostatních inženýrských sítí se řídí dle minimálních vzdáleností při souběhu a křížení dle ČSN EN 60005.

Při návrhu zanedbávám akumulární nádrž dešťové vody, to pro výpočet znamená, že tato akumulární nádrž je naplněna a veškerý průtok ( $Q_r = 44$  l/s) přetéká přes přepadové pojistné potrubí PVC-KG DN 200 pod sklonem 2,5%. Tento průtok odpovídá částečnému plnění cca 58 %. Na potrubí bude vytvořena zápachová uzávěra ze 4 kusů kolen 45° a dále osazena automatická zpětná klapka pro zamezení vtoku splaškových vod z kanalizační sítě při vzduťé vodě HL720.1 DN 200 firmy SIFONE AB ABLAUFE. Tato armatura odpovídá typu 2 dle ČSN EN 13564-1. Obsahuje dvě automatické uzávěry a jeden ruční pojistným uzávěrem. Armatura bude umístěna v revizní šachtě TEGRA 600.



Obr. B 16 Automatická zpětná klapka HL720.1 DN 200  
[64]

Potrubí v hlavní vstupní šachtě umístěné na kraji pozemku se spojuje se splaškovou odpadní vodou a odtéká do místní jednotné kameninové kanalizace DN 500. Dle mého názoru by návrh dimenze přípojky měl být redukován, pokud užijeme akumulárního zařízení dešťových vod. Tato norma neuvádí a redukuje pouze retenční vsakovací nádrže s postupným přečerpáváním. Na tuto nádrž je taktéž instalováno přepadové potrubí a při přeplnění odtékají dešťové vody bez omezení jako u akumulární nádrže. Obecně lze říci, že retenční nádrže se navrhují o menších kapacitách dle ČSN EN 75 9010, kde je popsán návrh podle roční periodicity dešťů. Šance na přetečení nádrže je tedy vyšší u retenční nádrže.

## B.4) Vodovod - výpočty a studie záměrů

### B.4.1) Vodovod – pitná voda

*Výpočty dle [b]; [e]; [f]; [g] a příslušných norem uvedených u výpočtu, dále s pomocí výukových materiálů katedry TZB – ČVUT Praha na [tzb.fsv.cvut.cz](http://tzb.fsv.cvut.cz)*

#### **Vnitřní vodovod**

Pro vnitřní rozvod studené pitné vody je použit materiál PP-R GFR firmy PIPELIFE o tlakovém systému PN 20. Jedná se o vícevrstvý trubní systém pro rozvod studené, teplé a otopné vody. Vnitřní a vnější vrstva je vyrobena z klasického PP-R. Střední vrstva je ze směsi polypropylenu PP-R a skelných vláken GF. Z akustického a bezpečnostního hlediska zachovávám tento materiál pro veškerý rozvod vody, i přesto, že ekonomicky výhodné by bylo, napojit např. přípojovací potrubí na méně kvalitní materiál PP –R - tlaková třída P10 nebo P16. Potrubí se dále vyznačuje nízkou délkovou roztažností (cca třetinovou) oproti standardním a dále větší tuhostí, proto rozteče uchycení jsou větší než u klasických nekompozitních trubek PP-R.

Pro vnitřní vodovod vedený v zemi zásobující venkovní armatury je zvolen materiál AGRAL PLAST PN 10 Rpe. Polyethylenové tvarovatelné potrubí černé barvy pro maximální tlak 1 MPa. Spojování za pomoci polyfúzního svařování.

#### **Vodovodní přípojka**

Objekt je napojen jednou vodovodní přípojkou, vytvořenou nejkratší možnou trasou kolmo k objektu. Vycházím z materiálu vodovodního řadu, který je tvořen z HDPE 100 SRD. Návrh tedy bude z totožného materiálu a to HDPE 100+ SRD 11 – 90x8,2 firmy PIPECO. Jedná se o tlakové potrubí vyrobené z vysokohustotního polyethylenu s životností 50 let.

#### **Rozvody pitné vody:**

Pro rozvod studené vody je použit systém vertikální se spodním rozvodem z části v podzemním podlaží s napojením na podzemní kolektory. Tyto prostory budou částečně vytápěny, aby teplota v těchto prostorech neklesla pod 13° C (bezpečná teplota z hlediska teplotní roztažnosti). Pokud by provoz budovy byl v zimním období odstaven, je nutno vypustit veškeré zavodněné trubní systémy. Vedení potrubí je provedeno pod stropem za pomoci kluzných a pevných objímek s ohledem na kompenzační účinnost potrubí vlivem teplotních změn.

Na rozvody vody jsou napojeny mimo jiné i 3 výtokové ventily, které se nacházejí v exteriéru a slouží k venkovní potřebě vody (např. čištění akumulací nádrže apod.) Rozvinutá délka nejdelšího úseku, je zaústěna právě tímto ventilem a měří více jak 90 m. Pro hydraulické posouzení byla ovšem použita armatura v nejvyšším NP s rozvinutou délkou 70 m, kde hydraulické ztráty jsou především z převýšení. Hydraulický výpočet je rozdělen do dvou tabulek s rozepsáním jednotlivých druhů místních odporů a jejich sumace na příslušném úseku. Správce vodovodní sítě – Moravská Vodárenská a.s. poskytl informaci, že ve vodovodním řadu se v místě stávajícího napojení přípojky nachází tlak 410 – 430 kPa.

#### **Návrh dimenze vodovodu pitné vody**

Pro výpočet nelze použít zjednodušenou metodu návrhu vodovodu, neboť rozvod vnitřního vodovodu je rozsáhlý a vodovodní přípojka slouží také k odběru požární vody. Návrh proveden dle ČSN 75 5455 – Výpočet vnitřního vodovodu, kdy respektují doporučené průtokové rychlosti vodovodu v provozech náročných na akustické podmínky.

#### **Stanovení výpočtového průtoku**

Protože se jedná o základní školu, uvažuji dle normy vztah pro výpočet budov s převážně rovnoměrným odběrem – výpočet B



$$Q_D = \sum_{i=1}^m (f_i * Q_{Ai} * \sqrt{n_i})$$

- $Q_D$  ... Výpočtový průtok jednotlivých druhů výtokových armatur [l.s<sup>-1</sup>]  
 $Q_A$  ... Jmenovitý výtok jednotlivých druhů výtokových armatur [l.s<sup>-1</sup>]  
 $f$  ... Součinitel výtoku (*hodnoty dle ČSN EN 75 5455*)  
 $n$  ... Počet výtokových armatur téhož druhu  
 $m$  ... Počet druhů výtokových armatur

### Hydraulické posouzení

Posouzení nejnepříznivější armatury z hlediska tlakové ztráty. Označení příslušných úseků posuzované větve se nachází v axonometrickém zobrazení vnitřního vodovodu, viz Příloha, výkres 27 – VÝPOČTOVÉ SCHÉMA B – VODOVOD. Dle výkresové dokumentace je posuzovaný zařizovací předmět napojen na stoupací potrubí V2. Jedná se o výtokovou baterii u umývacího žlabu ve 3.NP s minimálním přetlakem 100 kPa v místnosti 316 WC – chlapci. Ve výpočtu uvažuji s maximální průtočnou rychlostí  $w_{skut,1} = 1,75$  m/s v prostorech nenáročných na hladinu akustického výkonu a  $w_{skut,2} = 1,5$  m/s pro prostory výuky, tedy převážně vedení potrubí v těsné blízkosti tříd.

Může se zdát, že rychlost je příliš bezpečná, tedy nízká (pro PP-R potrubí je doporučena průtočná rychlost 0,5 – 3 m/s), ovšem tento záměr podkládám dvěma fakty:

- Zvýšení rychlosti neboli volba menší dimenze jen o jednu řadu, má za následek nevyhovující hydraulické posouzení nejnepříznivější armatury
- Nižšími rychlostmi stoupá životnost potrubí vlivem nižších oscilací při proudění kapaliny

Hydraulická Podmínka:

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

- $\Delta p_{RF}$  ... Tlaková ztráta vlivem místních odporů v příslušném úseku potrubí [kPa]  
 $p_{dis}$  ... Dispoziční přetlak v místě napojení vodovodní přípojky na vodovodní [kPa]  
 $p_{minFI}$  ... Minimální požadovaný hydrodynamický přetlak u nejvyšší výtokové armatury [kPa]  
 $\Delta p_e$  ... Tlaková ztráta způsobená rozdílem mezi výškovou úrovní nejvyšší a nejvzdálenější výtokové armatury a místa napojení [kPa]  
 $\Delta p_{WM}$  ... Tlakové ztráty vodoměrů (dle dokumentace výrobce) [kPa]  
 $\Delta p_{Ap}$  ... Tlakové ztráty napojených zařízení [kPa]

Tab.B 21 Místní odpory v úsecích nejnepříznivější větve pitné vody

Číslo úseku	Místní odpory											$\Sigma \xi$			
	KOLENO 90° = 1,5	T-KUS ODBOČNÝ = 1,5	T-KUS PRŮCHOD = 1,1	REDUKCE O 1 DN = 0,5	REDUKCE VÍCE DN = 1,0	STOJÁNKOVÁ BATERIE = 3,0	VYPOUŠTĚCÍ VENTIL = 1,1	ZASOBNÍKOVY OHRIVAC = 3,0	ZPĚTNÝ VENTIL = 16	KULOVÝ KOHOUT = 0,7	KOV/PLAST = 0,7		FILTR = 0,4	HRDLO ČERPADLA = 1,5	NAVRTÁVACÍ PÁS S UZÁVĚREM = 5,0
1	3				1		1								8
2				1	1										1,6
3				1											1,1
4	4			1											7,1
5	1			1						1					4
6				1											1,1
7	1			1	1			1		1					5,6
8	1			1											2,6
9	4			1	1										7,6
10				1		1									2
11				1											1,1
12				1											1,5
13				1			1								2,5
14				1			1								2,5
15	1			1											2,6
16	6			1		2		4		1	2	1	1		36,4
17 - přípojka														1	5



Tab.B 23 Celkem 4 podtabulky s dodimenzováním vybraných větví podle maximální průtočné rychlosti  
Větev a

Zař. předmět		UM	DŘEZ	SPRCHA	WC	VÝLEVKA	PISOÁR	V. V. DN 15	V. V. DN 20	Q <sub>D</sub>	w <sub>skut</sub>	Dxt	Potrubí Pipelife PPR - GFR
Číslo úseku	Q <sub>si</sub>	0,2	0,2	0,2	0,1	0,2	0,3	0,2	0,4				
	f - souč. výt.	1	1	1	0,7	1	1	1	1				
	m	počet	počet	počet	počet	počet	počet	počet	počet	[l/s]	[m/s]	[mm]	
1a	1									0,20	1,50	20x3,4	
2a	2									0,28	1,30	25x4,2	
3a	4									0,40	1,10	32x5,4	
4a	10		4							1,03	1,20	50x8,4	
5a	12		4							1,09	1,28	50x8,4	
6a	14		4							1,15	1,40	50x8,4	

Větev b

Zař. předmět		UM	DŘEZ	SPRCHA	WC	VÝLEVKA	PISOÁR	V. V. DN 15	V. V. DN 20	Q <sub>D</sub>	w <sub>skut</sub>	Dxt	Potrubí Pipelife PPR - GFR
Číslo úseku	Q <sub>si</sub>	0,2	0,2	0,2	0,1	0,2	0,3	0,2	0,4				
	f - souč. výt.	1	1	1	0,7	1	1	1	1				
	m	počet	počet	počet	počet	počet	počet	počet	počet	[l/s]	[m/s]	[mm]	
1b	1	1								0,20	1,50	20x3,4	
2b	1	1								0,40	1,10	32x5,4	
3b	2	1								0,48	1,33	32x5,4	
4b	4	1								0,60	1,10	40x6,7	
5b	10	1					1			1,03	1,20	50x8,4	

Větev c

Zař. předmět		UM	DŘEZ	SPRCHA	WC	VÝLEVKA	PISOÁR	V. V. DN 15	V. V. DN 20	Q <sub>D</sub>	w <sub>skut</sub>	Dxt	Potrubí Pipelife PPR - GFR
Číslo úseku	Q <sub>si</sub>	0,2	0,2	0,2	0,1	0,2	0,3	0,2	0,4				
	f - souč. výt.	1	1	1	0,7	1	1	1	1				
	m	počet	počet	počet	počet	počet	počet	počet	počet	[l/s]	[m/s]	[mm]	
1c	1									0,20	1,50	20x3,4	
2c	2									0,28	1,30	25x4,2	
3c	2		1							0,48	1,33	32x5,4	
4c	4		2							0,68	1,32	40x6,7	
5c	5		2							0,73	1,48	40x6,7	
6c	6		4							0,89	1,60	40x6,7	

Větev d

Zař. předmět		UM	DŘEZ	SPRCHA	WC	VÝLEVKA	PISOÁR	V. V. DN 15	V. V. DN 20	Q <sub>D</sub>	w <sub>skut</sub>	Dxt	* **
Číslo úseku	Q <sub>si</sub>	0,2	0,2	0,2	0,1	0,2	0,3	0,2	0,4				
	f - souč. výt.	1	1	1	0,7	1	1	1	1				
	m	počet	počet	počet	počet	počet	počet	počet	počet	[l/s]	[m/s]	[mm]	
1d								1		0,40	1,30	25x4,2	
2d								2		0,57	1,47	32x5,4	
3d	1	2			1			2		1,25	1,42	50x8,4	

*	Potrubí vedené v zemi - AGRAL PLAST PN 20 Rpe
**	Potrubí Pipelife PPR - GFR

## Návrh vodoměrů

### Hlavní vodoměr

Odběr vody bude počítán hlavním vodoměrem umístěným v 1.NP ve vodoměrné místnosti vpravo za dveřmi za hlavním vstupem a bude sloužit pro odečítání spotřeby vody správcem vodovodní sítě. Vycházím z hydraulického výpočtu, kde byl stanoven maximální průtok  $Q_d = 5,04 \text{ l/s} = 18,14 \text{ m}^3/\text{h}$ . Průtok je předpokládán v odstavení nebo vyschnutí navržené akumulární nádrže. Z technických listů výrobců je patrné, že standartní vodoměry pro veřejné budovy a bytové domy se vyrábí do jmenovitého průtoku  $15 \text{ m}^3/\text{h}$ . Dále se již často používají průmyslové vodoměry od průtoku cca  $40 \text{ m}^3/\text{h}$ . Pro návrh proto volím standartní vodoměr, protože nepředpokládám plné stanovené průtočné množství vody, neboť objekt je rozdělen do dvou provozů, které se vzájemně nepřekrývají. Tedy redukuji maximální průtok na plných  $15 \text{ m}^3/\text{h}$ .

Navrhuji mokroběžný vodoměr Techem M – NFR Q<sub>n</sub> 15

- tlaková ztráta vodoměru –  $\Delta p_{\text{VODOMĚR}} = 0,2 \text{ bar} = 20 \text{ kPa}$  (ztráta použita to hydraulického výpočtu)

### Podružné vodoměry

#### A) Měření užitkové vody

Vodoměr pro měření pitné vody k provozním účelům, tedy do úseku, který zásobuje potrubí užitkové vody v situaci nedostatku či odstavení akumulací. Tento vodoměr je pouze informativní pro majitele budovy, který bude mít údaje o množství doplňované vody do systému pro roční bilance efektivnosti využívání dešťových vod. Osazení projektováno za hlavním vodoměrem. Maximální průtok byl stanoven výpočtem pro budovy s převážně rovnoměrným odběrem vody dle ČSN 75 5455 na  $1,8 \text{ l/s} = 6,45 \text{ m}^3/\text{h}$ . Ten samý vodoměr umístíme na výstupní potrubí z automatické tlakové stanice, pro měření celkové spotřeby studené užitkové vody.

Navrhuji mokroběžný vodoměr Techem M – NSR Q<sub>n</sub> 10

- tlaková ztráta vodoměru –  $\Delta p_{\text{VODOMÉR}} = 0,08 \text{ bar} = 8 \text{ kPa}$

#### B) Měření teplé vody

Vodoměr pro měření vody určené pro ohřev potřeby teplé vody, tedy s osazením do vodovodní větve před zásobník TUV. Jedná se o podružný vodoměr sloužící majiteli např. pro roční potřeby teplé vody, nebo spotřeby vody v době pronájmu sportovní haly. Maximální průtok stanovuji z výpočtové části *B.1.2 Bilance potřeby teplé vody*. rozdělením denní potřeby do hodinové v součtu pro oba provozny. Stanovuji  $Q_{\text{TUV}} = 2,2 \text{ m}^3/\text{h}$ .

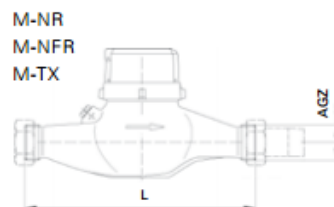
Navrhuji mokroběžný vodoměr Techem M – NSR Q<sub>n</sub> 6,0

- tlaková ztráta vodoměru –  $\Delta p_{\text{VODOMÉR}} = 0,032 \text{ bar} = 3,2 \text{ kPa}$

Obr. B 17 Technické informace mokroběžného vodoměru Techem [65]

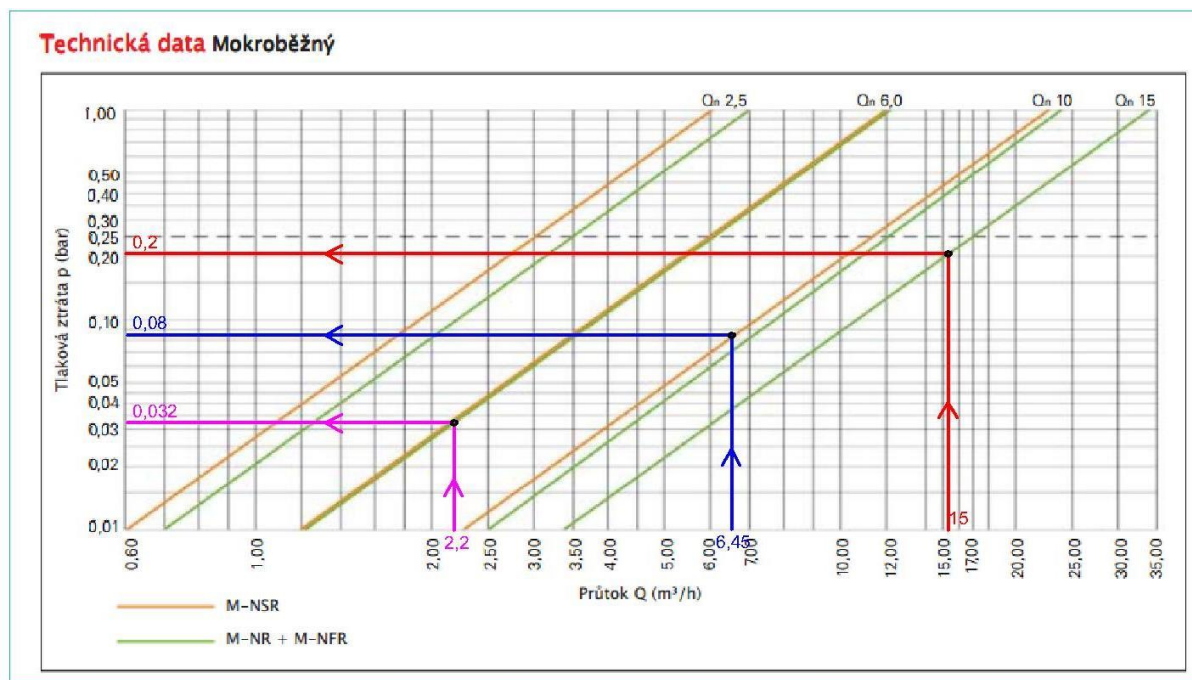
#### Technická data Mokroběžný

Provedení	M-NR a M-NFR				M-NSR		
Jmenovitá teplota:	do 30 °C				do 30 °C		
Montáž	Horizont./klesající potrubí				Stoupající potrubí		
Jmenovitý průtok Q <sub>n</sub> : (m <sup>3</sup> /h)	2,5	6	10	15	2,5	6	10
Průtok při tlakové ztrátě 1 bar:	7	12	24	34	7	12	24
Dělicí hranice: (l/h)	150	350	1000	1500	150	350	1000
(pro provedení klesajícího potrubí):	250	600	1000		250	600	1000
Minimální průtok: (l/h)	20	40	80	80	20	40	80
(pro provedení klesajícího potrubí):	70	160	350		70	160	350
Jmenovitý tlak PN:	16	16	16	16	16	16	16
Rozsah počítadla:	0,1l až 100.000 m <sup>3</sup>				0,1l až 100.000 m <sup>3</sup>		
Připojovací závit počítadla (ISO 228/1):	AGZG18	G11/48	G2B PL.DIN 2501		G18	G11/48	G2B
Stavební délka: L (mm)	190	260	300	270	105	150	200





Graf B 4 Určení tlakových ztrát vodoměr Techem podle průtočného objemu[65]



HLAVNÍ VODOMĚŘ	<span style="color: red;">—</span>
VODOMĚŘ A	<span style="color: blue;">—</span>
VODOMĚŘ B	<span style="color: purple;">—</span>

### Tepelná roztažnost potrubí – výpočet a návrh kompenzace a uchycení

Rozmístění pevných a kluzných bodů uchycení ve spodním ležatém rozvodu bude totožný jako u rozvodu teplé užitkové vody, neboť trasování je téměř totožné. Protože  $\Delta t_s = t_{\text{montáž}} + t_{\text{provozní}} = 20 - 10 = 10 \text{ } ^\circ\text{C}$ , neboli rozdíl mezi provozní teplotou ( $t_{\text{provozní},1} = 10 \text{ } ^\circ\text{C}$ ) a teplotou při montáži ( $t_{\text{montáž}} = 20 \text{ } ^\circ\text{C}$ ) je menší než u teplé užitkové vody  $\Delta t_t = t_{\text{montáž}} + t_{\text{provozní},2} = 55 - 20 = 35 \text{ } ^\circ\text{C}$ , neboli rozdíl mezi provozní teplotou ( $t_{\text{provozní},1} = 55 \text{ } ^\circ\text{C}$  – teplota TV) a teplotou při montáži ( $t_{\text{montáž}} = 20 \text{ } ^\circ\text{C}$ ). Uchycení ve stejných místech tedy zaručuje funkčnost návrhu, neboť roztažnost předpokládáme největší u TV.

### Izolace potrubí

Vedení trubního systému se nachází v prostorech, kde teplota neklesá pod  $5 \text{ } ^\circ\text{C}$ . Návrh proveden dle vyhlášky 193/2007 Sb. Nutnost návrhu také potvrzuje fakt, že s izolací nedochází ve vedení vodovodu k nadměrnému dilatačnímu účinku vlivem velkých teplotních rozdílů, tedy i k delší životnosti, která je plánována na 50 let.

#### Návrh izolace

Navrhuji izolaci PAROC Selection aluCoat T. Jedná se o neprořízlé kruhové návleky z kamenné vlny z vnější strany potažené hliníkovou fólií. Posudek proveden za pomoci serveru <http://vytapani.tzb-info.cz>. Použité vzorce k provedení posudku jsou dostupné z [68].

Tab.B 24 Návrh izolace ostatních dimenzí

materiál	Dxt [mm]	návrh izolace	tl. Stěny * [mm]
Pipelife PP-R GFR	16x2,7	PAROC Selection AluCoat T	20
Pipelife PP-R GFR	20x3,4	PAROC Selection AluCoat T	20
Pipelife PP-R GFR	25x4,4	PAROC Selection AluCoat T	30
Pipelife PP-R GFR	40x6,7	PAROC Selection AluCoat T	20
Pipelife PP-R GFR	63x10,5	PAROC Selection AluCoat T	30
Pipelife PP-R GFR	75x12,5	PAROC Selection AluCoat T	40
Pipelife PP-R GFR	90x15,0	PAROC Selection AluCoat T	40
Pipelife PP-R GFR	110x18,4	PAROC Selection AluCoat T	40

\* vyhovuje vyhlášce 193/2007 Sb. na minimální hodnoty součinitele prostupu tepla pro vnitřní rozvody

## B.4.2) Vodovod – studená užitková voda

### Použitý materiál:

Pro vnitřní rozvod studené pitné vody je použit materiál PP-R GFR firmy PIPELIFE o tlakovém systému PN 20. Materiál totožný s rozvodem pro pitnou vodu.

### Rozvody užitkové vody:

Pro rozvod teplé vody je použit systém vertikální se spodním rozvodem z části v podzemním podlaží s napojením na podzemní kolektory. Tyto prostory budou částečně vytápěny, aby teplota v těchto prostorech neklesla pod 13° C (bezpečná teplota z hlediska teplotní roztažnosti). Uvažují s teplotou přenášeného média o 10 °C po celé délce se zanedbáním tepelných ztrát. Rozvod počíná od automatické tlakové stanice a zásobuje vodou veškerá WC, pisoáry a výlevky v uklízejících komorách. Veškerá pravidla pro návrh přebírám z návrhu pitné vody.

### Návrh dimenze vodovodu užitkové vody - UV

Návrh proveden dle ČSN 75 5455 – Výpočet vnitřního vodovodu, kdy respektují doporučené průtokové rychlosti vodovodu v provozech náročných na akustické podmínky.

### Stanovení výpočtového průtoku

viz. pitná voda

### Hydraulické posouzení

Posouzení nejnepříznivější armatury z hlediska tlakové ztráty. Označení příslušných úseků posuzované větve se nachází v axonometrickém zobrazení vnitřního vodovodu, viz Příloha, výkres 27 – VÝPOČTOVÉ SCHÉMA B – VODOVOD. Dle výkresové dokumentace je posuzovaný zařizovací předmět napojen na stoupačí potrubí V2. Jedná se o rohový ventil napojen na WC1 (záchodová mísa) ve 3.NP v místnosti 317 WC – dívky. Uvažují s návrhovou rychlostí také  $w_{skut} = 1,7$  l/s (viz návrh pitné vody), neboť není vyloučeno budoucí napojení tohoto potrubí přímo na vodovodní řad, např. z důvodu rekonstrukce akumulární nádrže.

Tab.B 25 Místní odpory v úsecích nejneprůzračnější větve užitkové vody

Číslo úseku	Místní odpory													$\Sigma \xi$		
	$\xi$															
	[-]															
	KOLENO 90° = 1,5	T-KUS ODBOČNÝ = 1,5	T-KUS PRŮCHOD = 1,1	REDUKCE O 1 DN = 0,5	REDUKCE VÍCE DN = 1,0	ROHOVÝ VENTIL = 3,0	VYPOUŠTĚCÍ VENTIL = 1,1	ZASOBNÍKOVÝ OHRIVAC = 3,0	ZPĚTNÝ VENTIL = 16	KULOVÝ KOHOUT = 0,7	KOMPENZÁTOR OSOVÝ = 0,5	FILTR = 0,4	HRDLO ČERPADLA = 1,5	NAVRTÁVACÍ PÁS S UZÁVĚREM = 5,0		
1	3					1										7,5
2			1													1,1
3			1	1												1,6
4			1													1,1
5			1													1,1
6		1		1												2
7	1	1							1							4,4
8			1	1						1						1,6
9			1													1,1
10	7		1				1		1							14,1
11	3	1			2		1		2				1			13,4



Tab. B 26 *Hydraulický výpočet studené užitkové vody. Výpočetní schéma uvedeno v příloze (Výpočetní schéma B - Vodovod)*

Hydraulický výpočet STUDENÉ UŽITKOVÉ VODY nejnepříznivější vodovodní armatury: rohový ventil nádržkového splachovače WC v místnosti 317 (WC - DÍVKY) ve 3. NP

Výpočetový průtok Q																
Zař. předmět	UM	DŘEZ	SPRCHA	WC	VYLEVKÁ	PISOAR		V. V. DN 15		V. V. DN 20		Délka úseku - L [m]	Ztráty třením $\Delta p_{RF1}$	Místní odpory $\Delta p_{RF2}$	Tlakové ztráty $\Delta p_{RF} = R^*L + Z$	
						počet	počet	počet	počet	počet	počet					R [Pa/m]
Číslo úseku	$Q_{ei}$	0,2	0,2	0,1	0,2	0,3	0,2	0,4	$Q_b$	$W_{skut}$	Dxt	R	R*L	$\xi$	Z	[kPa]
f-souč. výřt.	m	1	1	0,7	1	1	1	1	[l/s]	[m/s]	[mm]	[Pa/m]	[kPa]	[-]	[kPa]	[kPa]
1	1			1					0,07	0,80	16x2,7	1071	1,50	7,50	2,40	3,899
2	2			2					0,10	1,10	16x2,7	2017	1,82	1,10	0,67	2,481
3	3			3					0,12	1,40	16x2,7	2791	2,51	1,60	1,57	4,080
4	4			5					0,16	1,20	20x3,4	1622	1,46	1,10	0,79	2,252
5	5			6					0,17	1,25	20x3,4	2000	1,30	1,10	0,86	2,159
6	6			7					0,19	1,50	20x3,4	2400	1,68	2,00	2,25	3,930
7	7			7	4				0,79	1,40	40x6,7	981	4,12	4,40	4,31	8,432
8	8			14	8				1,11	1,30	50x8,3	645	0,84	1,60	1,35	2,191
9	9			16	10				1,23	1,40	50x8,3	696	1,67	1,10	1,08	2,748
10	10			16	1	10			1,43	1,60	50x8,3	917	23,93	14,10	18,05	41,982
11	11			29	4	10			1,73	1,30	63x10,5	463	4,72	13,40	11,32	16,046
														$\Sigma p_{RF}$		90,2
																[kPa]

PŘEVÝŠENÍ h =	9,28	m
$\Delta p_e = \rho \cdot g \cdot h =$	92,8	kPa
$P_{dis} =$	420	kPa
$P_{minfL} =$	100	kPa

POSUDEK:	$P_{dis} > P_{minfL} + \Delta p_e + \Delta p_{pWM} + \Delta p_{Ap} + \Delta p_{RF}$
	$420 > 100 + 92,8 + 8 + 0 + 90,2$
	<b>420 &gt; 291 [kPa]</b>
	<b>Hydraulická podmínka vyhovuje</b>

Tab.B 27 Celkem 3 podtabulky s návrhem ostatních dimenzí studené užitkové vody

## Větev a

Zař. předmět		UM	DŘEZ	SPRCHA	WC	VÝLEVKVA	PISOÁR	V. V. DN 15	V. V. DN 20	Q <sub>D</sub>	w <sub>skut</sub>	D <sub>xt</sub>	Potrubí Pipelife PPR - GFR
Číslo úseku	Q <sub>ai</sub>	0,2	0,2	0,2	0,1	0,2	0,3	0,2	0,4				
	f - souč. výt.	1	1	1	0,7	1	1	1	1				
	m	počet	počet	počet	počet	počet	počet	počet	počet	[l/s]	[m/s]	[mm]	
1a					1					0,07	0,80	16x2,7	
2a					2					0,10	1,10	16x2,4	
3a					4					0,14	1,00	20x3,4	
4a					8					0,20	1,50	20x3,4	
5a					12	2				0,53	1,51	32x5,4	

## Větev b

Zař. předmět		UM	DŘEZ	SPRCHA	WC	VÝLEVKVA	PISOÁR	V. V. DN 15	V. V. DN 20	Q <sub>D</sub>	w <sub>skut</sub>	D <sub>xt</sub>	Potrubí Pipelife PPR - GFR
Číslo úseku	Q <sub>ai</sub>	0,2	0,2	0,2	0,1	0,2	0,3	0,2	0,4				
	f - souč. výt.	1	1	1	0,7	1	1	1	1				
	m	počet	počet	počet	počet	počet	počet	počet	počet	[l/s]	[m/s]	[mm]	
1b						1				0,20	1,50	20x3,4	
2b					1	2				0,35	1,45	25x4,2	
3b					2	2				0,38	1,10	32x5,4	
4b					4	2				0,42	1,16	32x5,4	

## Větev c

Zař. předmět		UM	DŘEZ	SPRCHA	WC	VÝLEVKVA	PISOÁR	V. V. DN 15	V. V. DN 20	Q <sub>D</sub>	w <sub>skut</sub>	D <sub>xt</sub>	Potrubí Pipelife PPR - GFR
Číslo úseku	Q <sub>ai</sub>	0,2	0,2	0,2	0,1	0,2	0,3	0,2	0,4				
	f - souč. výt.	1	1	1	0,7	1	1	1	1				
	m	počet	počet	počet	počet	počet	počet	počet	počet	[l/s]	[m/s]	[mm]	
1c							1			0,30	1,40	25x4,2	
2c							2			0,42	1,16	32x5,4	
3c							3			0,52	1,40	32x5,4	
4c							4			0,60	1,10	40x6,7	

## Tepelná roztažnost potrubí – výpočet a návrh kompenzace a uchycení viz pitná voda

### Izolace potrubí

Posouzení viz pitná voda

Vyhláška 193/2007 Sb. poukazuje na to, že návrh izolace na potrubí se studenou užitkovou vodou se posoudí dle účelu použití. V tomto projektu je izolace provedena dle předpisů, neboť jejím návrhem zabráníme případné kondenzaci na stěnách potrubí.

Tab.B 28 Návrh tepelné izolace studené užitkové vody

materiál	D <sub>xt</sub> [mm]	návrh izolace	tl. Stěny * [mm]
Pipelife PP-R GFR	16x2,7	PAROC Selection AluCoat T	20
Pipelife PP-R GFR	20x3,4	PAROC Selection AluCoat T	20
Pipelife PP-R GFR	25x4,4	PAROC Selection AluCoat T	30
Pipelife PP-R GFR	40x6,7	PAROC Selection AluCoat T	20
Pipelife PP-R GFR	50x8,4	PAROC Selection AluCoat T	30
Pipelife PP-R GFR	63x10,5	PAROC Selection AluCoat T	30

\* vyhovuje vyhlášce 193/2007 Sb. na minimální hodnoty součinitele prostupu tepla pro vnitřní rozvody

## Návrh automatické tlakové stanice

Pro rozvod studené užitkové vody je nutno navrhnout zařízení, které bude vytvářet přetlak v síti. Vycházím z předpokladu, že extrém odběru nastane v době školních přestávek, kdy bude voda spotřebovávána na splachování wc a pisoárů a proto musím upustit od návrhu tlakové stanice na maximální hodinovou spotřebu a návrh provedu na potřebné množství vody určené z hydraulického posouzení, tedy při uvážení maximální průtočné rychlosti. V objektu se nachází celkem 29 WC (nádržka na 6 l) a 10 pisoárů (nádržka na 1,5l). V návrhu je zapotřebí navrhnout dostatečně objemnou expanzní nádobu s takovým čerpadlem, aby byl dodržen maximální dovolený počet sepnutí udávaný výrobcem. Protože se velmi těžce určuje spotřeba vody v přestávkovém lokálním extrému, je nutno předimenzovat návrh expanzní nádoby.

Jako vhodnou variantu pro základní školu volím zařízení automatické tlakové stanice s dvěma čerpadly opatřených o frekvenční měnič z důvodu spolehlivosti. Pro posouzení volím automatickou tlakovou stanicí IVAR.CS 2 KVC 50. Jedná se o tlakové zařízení se 2 odstředivými vertikálními vícecestupňovými nerezovými čerpadly KVC, sacím a výtlačným potrubím s vestavěnými armaturami. Součástí jsou přídavné dvě expanzní nádoby o objemu 24 l. Výpočty vychází z norem ČSN EN 806- 1až 4 a ČSN EN 75 5455.



Obr. B 18 Automatická tlaková stanice  
IVAR.CS 2 KVC 50 [66]

Maximální průtok	...	$Q_{\check{C},MAX} = 9 \text{ m}^3/\text{h} = 9\,000 \text{ l/h}$
Minimální průtok	...	$Q_{\check{C},MIN} = 0,6 \text{ m}^3/\text{h} = 600 \text{ l/h}$
Napojení výtlačného potrubí	...	2'' = 50,8 mm (PIPELIFE PP-R GFR 75x12,5 PN20)
Napojení sacího potrubí	...	2'' = 50,8 mm (AGRAL PLAST 75x12 PN20)
Akumulační objem	...	$V_{EXP} = 48 \text{ l}$
Maximální počet spuštění	...	60 x za hodinu

### Výpočtový průtok výtlačného potrubí za čerpadlem:

$$Q_D = 1,73 \text{ l/s (dimenze D x t - 63x10,5)}$$

### Maximální hodinová potřeba vody

$$Q_{D,hod} = 1,73 * 60 * 60 = 6228 \text{ l/h} = 6,2 \text{ m}^3/\text{h} > Q_{\check{C},MAX} = 9 \text{ m}^3/\text{h} \dots\dots\dots \text{VYHOVUJE}$$

ATS je schopna pokrýt špičkové potřeby.

Při maximálním vytížení je schopen systém dodávat potřebné množství vody (neboli vytvářet potřebné množství přetlaku)

**Údaje z projektu:**

Výtlaková geodetická výška ... 9,28 m  
 Výtlaková ztrátová výška ... 90,2 kPa = 9,0 m (z hydraulické podmínky studené užitkové vody)  
 Nasávací geodetická výška ... 1,41 m  
 Sací ztrátová výška ... 5,06 m  
 Délka sacího potrubí ... 14 m  
 ztráty místní: nasávací koš + zpětný ventil + hrdlo čerpadla+ změny směrů =  $\sum \xi = 36$   
 ztráty třením: pro Dxt 50x4 mm při rychlosti  $v = 1,4$  m/s je 1,1 kPa/m (celkem  $14 * 1,1 = 15,4$  kPa)  
 Celkem: 35,2 kPa + 15,4 kPa = 50,6 kPa

Požadovaný nejnižší přetlak před nejvyšším posuzovaným výtokem ... 100 kPa = 10 m

**VÝPOČET ZAPÍNACÍHO PŘETLAKU**

$$P_z = 9,28 + 9 + 1,41 + 5,06 + 10 = 34,75 \text{ m} = 347 \text{ kPa}$$

**VÝPOČET VYPÍNACÍHO PŘETLAKU**

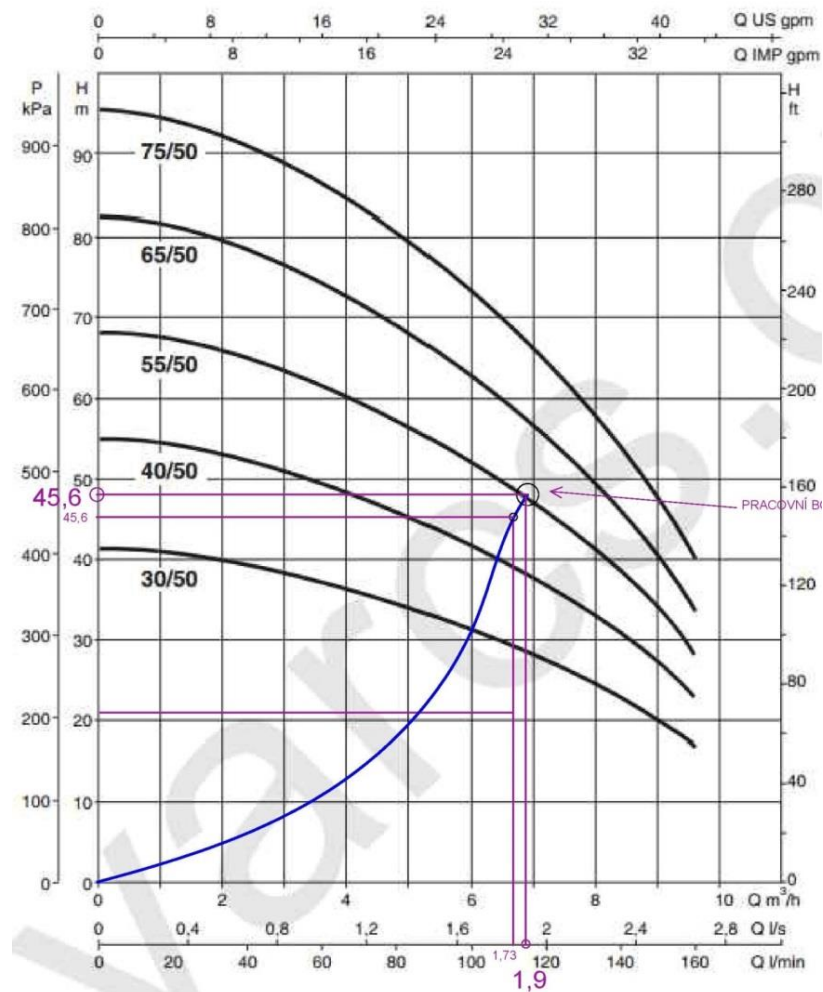
$$P_v = P_z + 100 = 447 \text{ kPa}$$

(vypínací přetlak volím o 100 kPa větší)

**CELKOVÁ DOPRAVNÍ VÝŠKA ČERPADLA:**

$$H_D = P_v / (\rho * g) = 447 * 10^3 / (1000 * 9,81) = 45,6 \text{ m}$$

Graf B 5 Pracovní graf čerpadel ATS IVAR.CS 2 KVC 50 pro posouzení [66]



Dle grafu budou čerpadla pracovat na třetí pracovní úroveň, tedy navrhuji dvojici čerpadel KVC 55/50 s provozním průtočným objemem 1,9 l/s.

Posouzení automatické tlakové stanice IVAR.CS 2 KVC 50 **VYHOVUJE**.

### Návrh expanzní nádoby za automatickou tlakovou stanicí

Pro výpočet expanzní nádoby použiji hodnoty denní bilance potřeby studené užitkové vody z *B.3.8.3.1) Bilance provozní efektivnosti*. Předpokládám, že doba provozu školy je cca 8 hodin, ovšem odběrová špička nastane ve chvíli velké přestávky (cca 15 min), tedy uvažuji rozdělení pouze na  $n = 4$  hodiny. Tato rezerva dostatečně pokryje tento lokální extrém.

$$Q_{DP} = 4 \cdot 108,5 \text{ l/den}$$

$$Q_H = Q_{DP} / n = 4108,5 / 4 = 821 \text{ l/hod}$$

*Ostatní potřebné hodnoty výpočtu*

Zapínací tlak	...	$p_z = 347 \text{ kPa} = 3 \text{ bar}$ (vychází z hydraulické podmínky)
Vypínací tlak	...	$p_v = 447 \text{ kPa} = 5 \text{ bar}$
Předhuštění tlakové nádoby	...	$p_p = 150 \text{ kPa} = 0,15 \text{ bar}$

### Střední průtok čerpadla

$$Q_{\check{c},ST\check{R}} = \frac{Q_{\check{c},MAX} + Q_{\check{c},MIN}}{2}$$

$$Q_{\check{c},ST\check{R}} = \frac{9 + 0,6}{2}$$

$$Q_{\check{c},ST\check{R}} = \frac{9 + 0,6}{2}$$

$$Q_{\check{c},ST\check{R}} = 4,8 \text{ m}^3/h$$

### Objem tlakové nádoby

Volba maximálního sepnutí čerpadla za hodinu ...  $z = 6x$

$$V = \frac{Q_H * (1 - \frac{Q_H}{Q_{\check{c},ST\check{R}}})}{z} + \frac{p_z * p_v}{p_p * (p_v - p_z)}$$

$$V = \frac{821 * (1 - \frac{821}{4800})}{6} + \frac{347 * 447}{150 * (447 - 347)}$$

$$V = 124 \text{ l}$$

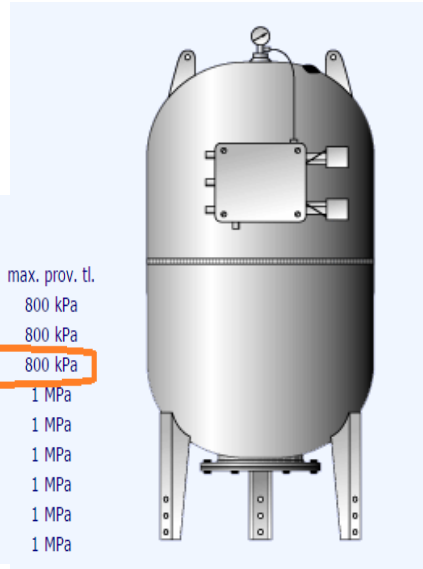
Posouzení tlakové nádoby:

$$V > V_{EXP}$$

$$124 > 48 \text{ [l]} \dots\dots\dots \text{NEVYHOVUJE}$$

Tlakové expanzní nádoby zakomponované v systému nevyhoví, proto je zapotřebí dodat přídatnou tlakovou nádobu podobných parametrů, především vyšší provozního a maximálního tlaku.

*Obr. B 19* Přídavná expanzní nádoba AQUASYSTÉM MAXIVAREM LS 100 [67]



řada MAXIVAREM LS - vertikální provedení

typ / vertikální provedení	objem	D [mm]	H [mm]	spod. přípojka	horní vývod	max. teplota	max. prov. tl.
MAXIVAREM LS 60	60 l	380	850	G 1"	-	100°C	800 kPa
MAXIVAREM LS 80	80 l	450	870	G 1"	-	100°C	800 kPa
MAXIVAREM LS 100	100 l	450	965	G 1"	-	100°C	800 kPa
MAXIVAREM LS 200	200 l	550	1235	G 1" 1/2	G 1/2"	100°C	1 MPa
MAXIVAREM LS 300	300 l	630	1400	G 1" 1/2	G 1/2"	100°C	1 MPa
MAXIVAREM LS 500	500 l	780	1550	G 1" 1/2	G 1/2"	100°C	1 MPa
MAXIVAREM LS 750	750 l	780	2005	G 1" 1/2	G 1/2"	100°C	1 MPa
MAXIVAREM LS 1000	1000 l	930	1950	G 2"	G 1/2"	100°C	1 MPa
MAXIVAREM LS 2000	2000 l	1280	2130	G 2"	G 1/2"	100°C	1 MPa

Navrhuji přídatnou expanzní nádobu AQUASYSTÉM MAXIVAREM LS 100 ve vertikálním provedení.

Provozní tlak                   ...       800 kPa = 8 bar  
 Maximální tlak               ...       1 000 kPa = 10 bar  
 Objem nádoby               ...        $V_{EXP,B} = 100 \text{ l}$

**Nové posouzení tlakové nádoby:**

$$V > V_{EXP,2} = V_{EXP} + V_{EXP,B}$$

$$115 > 48 + 100$$

$$124 > 148 \text{ [l]} \dots\dots\dots \text{VYHOVUJE}$$

**Pojistná zásobní nádrž**

Pro plynulý chod celého systému je nutno navrhnout zásobníkovou nádrž pro doplňování pitné vody v době nedostatku vody dešťové nebo v době čištění a odstávky akumulací nádrže. Je zapotřebí zakomponovat takový objem nádoby, který dostatečně pokryje dodávku vody do systému a zároveň vyloučit stav, kdy by čerpadla musela být vypnuta z důvodu nedostatku vody. Zařízení umístím do technické místnosti na ocelový podstavec a zároveň provedu zapojení přepadového potrubí do přečerpávací stanice, neboť se místnost nachází pod úrovní svodného potrubí, tedy pod úrovní vzdušné vody.

Podklady:

Přívodní potrubí pitné vody	...	$D_{xt} = 40 \times 6,7 \text{ mm}$
Maximální přítok pitné vody	...	$Q_v = 1,73 \text{ l/s}$ ( při uvážení rychlosti 2,6 m/s)
Průtok potřebný pro chod čerpadla	...	$Q_{\dot{c},max} = 1,91 \text{ l/s}$ (hodnota z grafu <i>Graf B 5</i> )
Dávka dodané vody mezi max/min tlakem	...	cca 90 l
Objem expanzních nádob	...	148 l

Chod čerpadla o 0,45 l/s převyšuje maximální přítok do nádrže.

Výpočet:

- Užitný objem  $V_p = \tau * Q_v \text{ [l]}$   
 $\tau = 250 \text{ až } 500 \text{ l}$  (zdržení vody – volím 270 l)

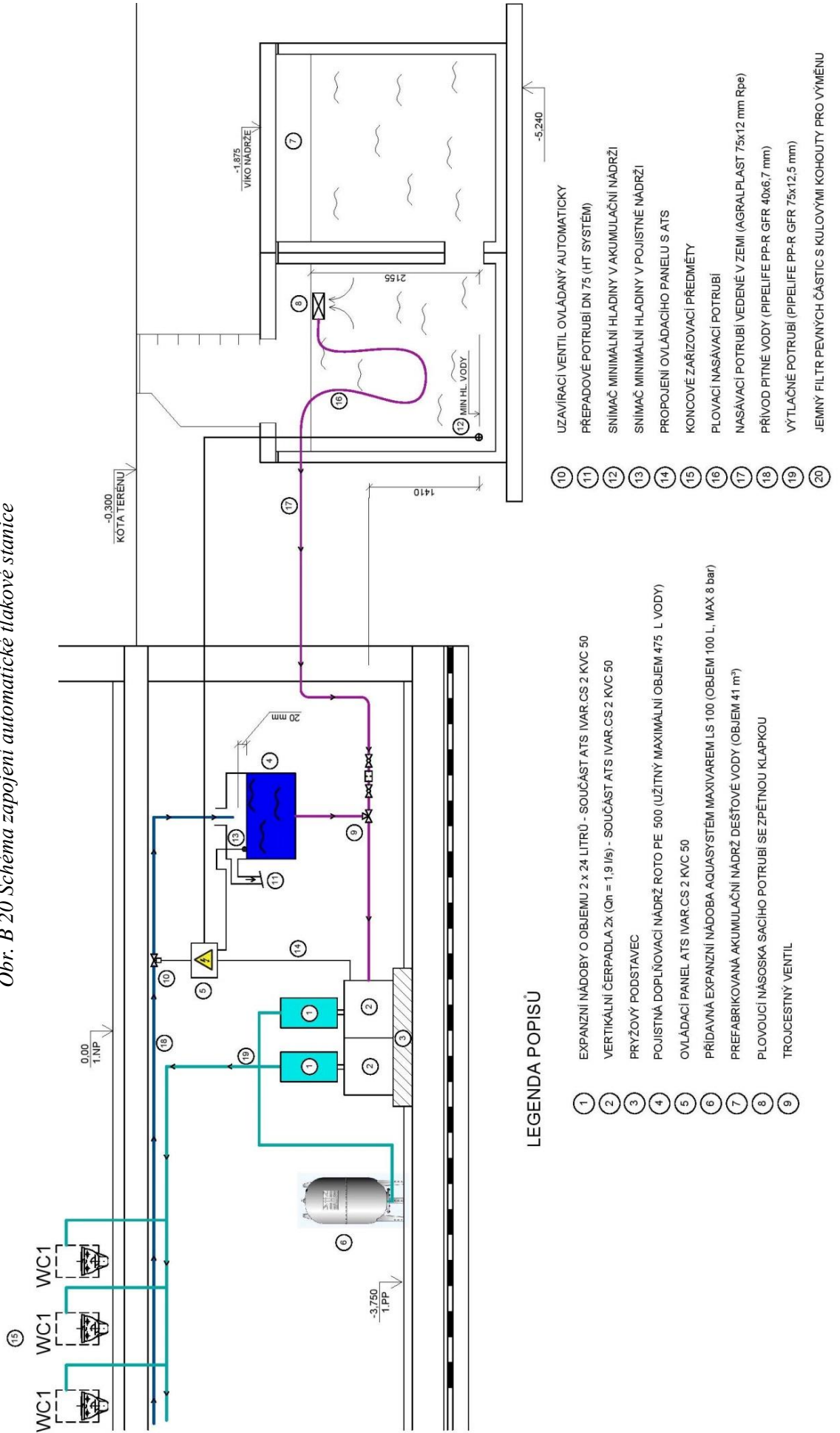
$$V_p = 270 * 1,73 = 467 \text{ litrů}$$

Navrhuji zásobní samonosnou nádrž ROTO PE 500

- Objem vody 500 l
- UV stabilní
- Barva zelená
- Tepelná odolnost - 60 až +80 °C



Obr. B 20 Schéma zapojení automatické tlakové stanice



LEGENDA POPISŮ

- ① EXPANZNI NADOBY O OBJEMU 2 x 24 LITRŮ - SOUČÁST ATS IVAR.CS 2 KVC 50
- ② VERTIKÁLNÍ ČERPADLA 2x (Qn = 1,9 l/s) - SOUČÁST ATS IVAR.CS 2 KVC 50
- ③ PŘIŽOVÝ PODSTAVEC
- ④ POJISTNÁ DOPLŇOVACÍ NÁDŘ ŽOTO PE 500 (UŽITÝ MAXIMÁLNÍ OBJEM 475 L VODY)
- ⑤ OVLÁDACÍ PANEL ATS IVAR.CS 2 KVC 50
- ⑥ PŘIDÁVNÁ EXPANZNI NADoba AQUASYSTÉM MAXIVAREM.LS 100 (OBJEM 100 L, MAX 8 bar)
- ⑦ PREFABRIKOVANÁ AKUMULAČNÍ NÁDŘ DEŠŤOVÉ VODY (OBJEM 41 m³)
- ⑧ PLOVOUNÍ NÁSOSKA SACHO POTRUBÍ SE ZPĚTNOU KLAPKOU
- ⑨ TROJCESTNÝ VENTIL

- ⑩ UZAVÍRACÍ VENTIL OVLÁDANÝ AUTOMATICKY
- ⑪ PŘEPADOVÉ POTRUBÍ DN 75 (HT SYSTÉM)
- ⑫ SNÍMAČ MINIMÁLNÍ HLADINY V AKUMULAČNÍ NÁDŘI
- ⑬ SNÍMAČ MINIMÁLNÍ HLADINY V POJISTNÉ NÁDŘI
- ⑭ PROPOJENÍ OVLÁDACÍHO PANELU S ATS
- ⑮ KONCOVÉ ZARÍZOVACÍ PŘEDMĚTY
- ⑯ PLOVACÍ NÁSÁVACÍ POTRUBÍ
- ⑰ NÁSÁVACÍ POTRUBÍ VEDENÉ V ZEMI (AGRALPLAST 75x12 mm Rpe)
- ⑱ PŘÍVOD PÍTNÉ VODY (PIPELIFE PP-R GFR 40x6,7 mm)
- ⑳ VÝTLAČNÉ POTRUBÍ (PIPELIFE PP-R GFR 75x12,5 mm)
- ㉑ JEMNÝ FILTR PEVNÝCH ČÁSTIC S KULOVÝMI KOHOUBY PRO VÝMĚNU



### B.4.3) Vodovod – teplá voda

#### **Použitý materiál:**

Pro vnitřní rozvod studené pitné vody je použit materiál PP-R GFR firmy PIPELIFE o tlakovém systému PN 20. Materiál totožný s rozvodem pro pitnou vodu.

#### **Rozvody teplé vody:**

Pro rozvod teplé vody je použit systém vertikální se spodním rozvodem z části v podzemním podlaží s napojením na podzemní kolektory. Tyto prostory budou částečně vytápěny, aby teplota v těchto prostorech neklesla pod 13° C (bezpečná teplota z hlediska teplotní roztažnosti). Uvažuji s teplotou přenášeného média o 55 °C po celé délce se zanedbáním tepelných ztrát.

#### **Návrh dimenze vodovodu teplé vody - TV**

Návrh proveden dle ČSN 75 5455 – Výpočet vnitřního vodovodu, kdy respektuji doporučené průtokové rychlosti vodovodu v provozech náročných na akustické podmínky.

##### **Stanovení výpočtového průtoku**

viz. pitná voda

##### **Hydraulické posouzení**

vzorce viz. pitná voda

Pro hydraulické posouzení uvažuji se stejným zařizovacím předmětem (tedy s nejnepříznivější armaturou). Jedná se o výtokovou baterii u umývacího žlabu ve 3.NP v místnosti 316 WC – chlapci. Počáteční přetlak v systému udává tlak v zásobníku TV, který může být navýšen. Pro hydraulický výpočet bezpečně uvažuji tlak studené vody vstupující do zásobníku, tedy uvažuji ztráty místní a třením v úseku 13 až 16 z hydraulického výpočtu pitné vody. Výsledný přetlak  $p_{dis,tv} = p_{dis} - \Delta p_{13-16} = 420 - 56 = 364$  kPa.

Délky úseků jsou přibližně stejné jako pro hydraulické posouzení pitné vody, proto změny z části zanedbávám, dále změnou teploty přenášeného média nepatrně klesají odpory třením (přibližně o 16 %), tedy dimenze vycházejí vždy většinou o jednu řadu menší. Pro návrh uvažuji průtočnou rychlost  $w_{skut,1} = 2,2$  m/s v prostorech nenáročných na hladinu akustického výkonu a  $w_{skut,2} = 1,5$  m/s pro prostory výuky, tedy převážně vedení potrubí v těsné blízkosti tříd.

Opět se nabízí otázka, zda není zbytečné projektovat takto nízkou rychlost, protože při nižších rychlostech dochází v potrubí k větší ztrátě tepelné energie a na to je nutno dimenzovat cirkulační potrubí, ovšem toto hájím tím, že ztráty třením jsou při vyšších rychlostech velké. Pro příklad PIPELIFE PP-R GFR 25x4,2 při průtočné rychlosti 2,8 m/s vychází ztráta třením 4,9 kPa/m pro vodu o teplotě 50°C. Závěrem nutno říci, že zvýšením rychlostí by nám opět nevyhověl hydraulický výpočet, tentokrát pro teplou vodu.

Tab.B 29 Místní odpory v úsecích nejnepříznivější větve teplé vody

Číslo úseku	Místní odpory											$\Sigma \xi$			
	KOLENO 90° = 1,5	T-KUS ODBOČNÝ = 1,5	T-KUS PRŮCHOD = 1,1	REDUKCE O 1 DN = 0,5	REDUKCE VÍCE DN = 1,0	STOJÁNKOVÁ BATERIE = 3,0	VYPOUŠTĚCÍ VENTIL = 1,1	ZASOBNÍKOVÝ OHRIVAC = 3,0	ZPĚTNÝ VENTIL = 16	KULOVÝ KOHOUT = 0,7	KOV/PLAST = 0,7		FILTR = 0,4	HRDLO ČERPADLA = 1,5	NAVRTÁVACÍ PÁS S UZÁVĚREM = 5,0
1	3					1									7,5
2			1	1											1,6
3			1	1											1,6
4	3		1												5,6
5		1	1						1						4
6			1												1,1
7	1		1		1		1		1						6,1
8	1		1	1											3,1
9	4		1												7,1
10		1													1,5
11			1												1,1
12		1		1											2
13	6	1					1		1						14,9

Tab. B 30 Hydraulický výpočet teplé vody. Výpočetní schéma uvedeno v příloze (Výpočetní schéma A - Vodovod)

Hydraulický výpočet TEPLÉ VODY nejnepříznivější vodovodní armatury: krajní stojánková výtková baterie v místnosti 316 (WC - chlapi) ve 3. NP

Zař. předmět		Výpočetový průtok Q													Ztráty třením		Místní odpory			Tlakové ztráty	
		UM	DŘEZ	SPRCHA	WC	VÝLEVKÁ	PISOAR	V. V. DN 15	V. V. DN 20	Q <sub>b</sub>	W <sub>akt</sub>	Dxt	Délka úseku - L	R	R*L	ξ	Z	Δp <sub>Rf</sub> = R*L+Z			
Číslo úseku	f - souč. výt.	počet	počet	počet	počet	počet	počet	počet	počet	[l/s]	[m/s]	[mm]	[m]	[Pa/m]	[kPa]	[-]	[kPa]	[kPa]			
1	1	1								0,20	1,50	20x3,4	0,56	2033	1,14	7,50	8,44	9,576			
2	2									0,28	1,40	25x4,2	0,38	1388	0,53	1,60	1,57	2,095			
3	3									0,35	1,10	32x5,4	0,38	1190	0,45	1,60	0,97	1,420			
4	4									0,40	1,20	32x5,4	5,81	710	4,13	5,60	4,03	8,157			
5	5									0,45	1,35	32x5,4	4,54	1832	8,32	4,00	3,65	11,962			
6	10									0,63	1,70	32x5,4	3,79	1486	5,63	1,10	1,59	7,221			
7	13									0,72	2,00	32x5,4	5,10	1972	10,06	6,10	12,20	22,257			
8	14	2							1	1,80	2,10	50x8,4	6,10	1235	7,53	3,10	6,84	14,369			
9	22	2							1	1,99	1,40	63x10,5	12,87	473	6,09	7,10	6,96	13,046			
10	28	3							1	2,17	1,50	63x10,5	3,00	512	1,54	1,50	1,69	3,224			
11	30	3							1	2,21	1,60	63x10,5	1,32	563	0,74	1,10	1,41	2,151			
12	49	3	5						1	2,96	2,20	63x10,5	3,75	996	3,74	2,00	4,84	8,575			
13	51	3	5					2	1	3,27	1,65	75x12,5	5,13	502	2,58	14,90	20,28	22,858			
													Σ L			Σ P <sub>Rf</sub>			126,9		
													Σ L						[kPa]		

PŘEVÝŠENÍ h =	12,66	m
ΔP <sub>e</sub> = ρ * g * h =	126,6	kPa
P <sub>dis</sub> =	374	kPa
P <sub>minRf</sub> =	100	kPa

Přetlak v zásobníku teplé vody P<sub>dis</sub>= přetlak vodovodního řádu - ztráty přítokem do zásobníku = 420-46 = 374 kPa

POSUDEK:

$$P_{dis} > P_{minRf} + \Delta p_c + \Delta p_{WM} + \Delta p_{Ap} + \Delta p_{Rf}$$

$$420 > 100 + 126,6 + 0 + 0 + 126,9$$

420 > 353,5 [kPa]

Hydraulická podmínka vyhovuje

Tab.B 31 Celkem 3 podtabulky s návrhem ostatních dimenzí teplé vody

## Větev a

Zař. předmět	UM	DŘEZ	SPRCHA	WC	VÝLEVKVA	PISOÁR	V. V. DN 15	V. V. DN 20	Q <sub>D</sub>	w <sub>skut</sub>	Dxt	
Číslo úseku	Q <sub>ai</sub>	0,2	0,2	0,2	0,1	0,2	0,3	0,2				0,4
	f - souč. výt.	1	1	1	0,7	1	1	1				1
	m	počet	počet	počet	počet	počet	počet	počet	počet			
1a	1								0,20	1,50	20x3,4	
2a	2								0,28	1,30	25x4,2	
3a	4								0,40	1,80	25x4,2	
4a	10		4						1,03	1,80	40x6,7	
5a	12		4						1,09	2,00	40x6,7	
6a	14		4						1,15	2,20	40x6,7	

## Větev b

Zař. předmět	UM	DŘEZ	SPRCHA	WC	VÝLEVKVA	PISOÁR	V. V. DN 15	V. V. DN 20	Q <sub>D</sub>	w <sub>skut</sub>	Dxt	
Číslo úseku	Q <sub>ai</sub>	0,2	0,2	0,2	0,1	0,2	0,3	0,2				0,4
	f - souč. výt.	1	1	1	0,7	1	1	1				1
	m	počet	počet	počet	počet	počet	počet	počet	počet			
1b		1							0,20	1,50	20x3,4	
2b	1	1							0,40	1,10	32x5,4	
3b	2	1							0,48	1,33	32x5,4	
4b	4	1							0,60	1,10	40x6,7	
5b	10	1					1		1,03	1,20	50x8,4	

## Větev c

Zař. předmět	UM	DŘEZ	SPRCHA	WC	VÝLEVKVA	PISOÁR	V. V. DN 15	V. V. DN 20	Q <sub>D</sub>	w <sub>skut</sub>	Dxt	
Číslo úseku	Q <sub>ai</sub>	0,2	0,2	0,2	0,1	0,2	0,3	0,2				0,4
	f - souč. výt.	1	1	1	0,7	1	1	1				1
	m	počet	počet	počet	počet	počet	počet	počet	počet			
1c			1						0,20	1,50	20x3,4	
2c			2						0,28	1,30	25x4,2	
3c	1		2						0,48	1,50	32x5,4	
4c	1		4						0,60	1,10	40x6,7	
5c	2		4						0,68	1,30	40x6,7	
6c	6		4						0,89	1,60	40x6,7	

## Větev d

Zař. předmět	UM	DŘEZ	SPRCHA	WC	VÝLEVKVA	PISOÁR	V. V. DN 15	V. V. DN 20	Q <sub>D</sub>	w <sub>skut</sub>	Dxt	
Číslo úseku	Q <sub>ai</sub>	0,2	0,2	0,2	0,1	0,2	0,3	0,2				0,4
	f - souč. výt.	1	1	1	0,7	1	1	1				1
	m	počet	počet	počet	počet	počet	počet	počet	počet			
1d	1				1				0,40	1,10	32x5,4	
2d	2				2				0,57	1,15	40x6,7	
3d	5		1		2				0,93	1,16	50x8,4	
4d	7		1		2				1,01	1,21	50x8,4	

### Tepelná roztažnost potrubí – výpočet a návrh kompenzace a uchycení

Podle tohoto návrhu bude provedeno uchycení všech ostatních vodovodních potrubí vyjma požárního, které se liší svou materiálovou základnou. Při výpočtu byly ctěny technické požadavky výrobce Pipelife pro druh potrubí PP-R GFR

Materiál potrubí	...	PP-R GFR
Teplota při montáži potrubí	...	20°C
Součinitel délkové tepelné roztažnosti $\alpha$	...	0,05 mm/m.°C

Vztah pro délkovou změnu:

$\Delta l$	...	Změna délky potrubí [mm]
$\Delta t$	...	Rozdíl teplot ( $\Delta t = \Delta t_t = t_{\text{montáž}} + t_{\text{provozní,2}} = 55 - 20 = 35 \text{ °C}$ )
$\alpha$	...	Součinitel délkové tepelné roztažnosti ( $\alpha = 0,05 \text{ mm/m} \cdot \text{K}$ )
$L$	...	délka potrubí [m]

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

Vztah potřebné kompenzační délky (délka pohyblivého ramena):

$MS$	...	Volná kompenzační délka [mm]
$k$	...	Materiálová konstanta, $k = 20$ (pro potrubí PP-R)
$D$	...	Vnější průměr potrubí [mm]
$\Delta l$	...	Délková změna [mm]

$$MS = k * \sqrt{D * \Delta l}$$

Vztah šířky kompenzátoru:

$L_k$	...	šířka kompenzátoru
$\Delta l$	...	délková změna [mm]
$D$	...	vnější průměr potrubí [mm]

$$L_k = 2 * \Delta l + 150 \text{ (mm)} \text{ a zároveň } L_k \geq 10 * D$$

*Obr. B 21 Možné druhy vytvoření kompenzace potrubí PP-R GFR 1*

**Vypočtenou délkovou roztažnost lze zkompenzovat použitím vhodného typu kompenzátoru.**

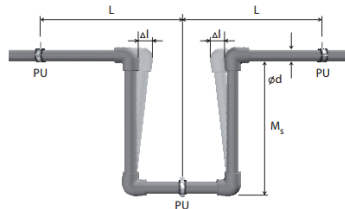
**a) L – kompenzátor**



**Legenda:**

PU - pevné uložení  
 KU - kluzné uložení  
 L - délka trubky  
 $\Delta l$  - prodloužení  
 $\varnothing d$  - průměr trubky

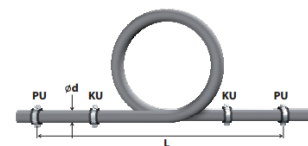
**b) U – kompenzátor**



**Legenda:**

PU - pevné uložení  
 L - délka trubky  
 $\Delta l$  - prodloužení  
 $\varnothing d$  - průměr trubky  
 $M_s$  - vyložení

**c) Dilatační smyčka**



**Legenda:**

PU - pevné uložení L - délka trubky  
 KU - kluzné uložení  $\varnothing d$  - průměr trubky

Tabulka prodloužení kompenzované dilatační smyčkou:

d (mm)	max. $\Delta l$ (mm)
16	90
20	80
25	70
32	55
40	45

*Obr. B 22 Možné druhy vytvoření kompenzace potrubí PP-R GFR 2 [55]*

Tab.B 32 Návrh kompenzace rozvodu teplé vody v 1. PP, kde se nachází horizontální rozvod k příslušným stoupacím potrubím

číslo úseku	Dxs [mm]	L [m]	Δt [°C]	α [mm/m*°K]	D [mm]	Δl [mm]	Δl/2 [mm]	k [-]	MS * [mm]	Posouzení kompenzační délky	délka úseku po vložení kompenzátoru L *** [m]	MS <sub>nový</sub> [mm]	šířka kompenzátoru Lk = 2xΔt + 150 [mm]	šířka ** kompenzátoru Lk = 10 D [mm]	NÁVRH kompenzátoru
1	90x15	8,0	35	0,05	90	14	7	20	501	VYHOVUJE	-	-	-	-	NE
2	90x15	5,4	35	0,05	90	9	5	20	411	VYHOVUJE	-	-	-	-	NE
3	25x4,2	3,3	35	0,05	25	6	3	20	171	VYHOVUJE	-	-	-	-	NE
4	75x12,6	9,8	35	0,05	75	17	-	20	716	NEVYHOVUJE	5,8	160	220	750	ANO
5	75x12,6	16,5	35	0,05	75	29	-	20	931	NEVYHOVUJE	9,1	315	220	750	ANO
6	63x10,5	3,3	35	0,05	63	6	3	20	269	VYHOVUJE	-	-	-	-	NE
7	40x6,7	3,9	35	0,05	40	7	3	20	233	VYHOVUJE	-	-	-	-	NE
8	50x8,4	13,0	35	0,05	50	23	-	20	675	VYHOVUJE	-	-	-	-	NE
9	32x5,6	14,3	35	0,05	32	25	-	20	566	VYHOVUJE	-	-	-	-	NE
10	25x4,2	3,7	35	0,05	25	6	3	20	179	VYHOVUJE	-	-	-	-	NE
11	50x8,4	15,3	35	0,05	50	27	-	20	731	VYHOVUJE	-	-	-	-	NE
12	25x4,2	2,4	35	0,05	25	4	-	20	205	VYHOVUJE	-	-	-	-	NE
13	32x5,4	11,6	35	0,05	32	20	-	20	510	NEVYHOVUJE	4,3	67	220	320	ANO - 2x

\* Vypočtený rozměr je minimální, skutečný návrh může obsahovat bezpečnější (tedy větší) hodnoty

\*\* Vypočtený rozměr je minimální, skutečný návrh může obsahovat bezpečnější (tedy větší) hodnoty

\*\*\* Vložením kompenzátoru se délka úseku úseku rozdělí, je uveden delší z obou rozměrů

Δl/2	délková změna se odehrává na obou krajích úseku, proto jí přiřazují ke každému konci
Δl	délková změna se odehrává pouze na jednom konci úseku, neboť na druhém konci se nachází T spojka nebo přechod do stoupacího potrubí
MS <sub>nový</sub>	Nová délka kompenzačního ramene po vložení kompenzátoru

Z této tabulky vychází návrh kompenzace dle PŘÍLOHY - výkres 25 - SCHÉMA PRO NÁVRH KOMPENZACE VODOVODNÍHO POTRUBÍ. Výkres dále slouží jako podklad pro návrh PU (pevného uložení) a KU (kluzného uložení) ve spodním rozvodu teplé vody.

## Uchycení potrubí

Pomocí volných a pevných bodů bude provedeno uchycení potrubí. Rozmístění kotev bude provedeno dle výkresu. Minimální vzdálenosti kotev a správné rozmístění uvádí výrobce ve svých podkladech. Návrh proveden dle výše uvedených vzorců a vytvořeného schématu rozmístění kotev a kompenzací podle výchozí návrhové tabulky (Tab. B 32). Každé stoupací potrubí do vnějšího průměru 40 mm je opatřeno smyčkou přibližně v polovině její výšky, tak aby byly rozmístěny pevné body, které se nacházejí na začátku a na konci stoupacího potrubí. U dimenzí větších bude proveden kompenzátor přibližně v polovině úseku, nebo v místě křížení vodovodu a přípojovacího kanalizačního potrubí.

Tab.B 33 Rozteče vzdálenosti podpor pro potrubí PP-R GFR [55]

### Tabulka – rozteče vzdálenosti podpor pro vodorovné potrubí PP-R GFR

Díky tuhosti kompozitního materiálu – skelných vláken ve střední vrstvě mohou být rozteče podpor a uchycení potrubí dále od sebe než u standardního PP-R.

Rozteče podpor L v cm při teplotě °C (viz tabulka)

průměr potrubí	20 °C	30 °C	40 °C	50 °C	60 °C	70 °C
20	100	95	90	90	85	75
25	115	110	105	105	100	90
32	125	120	115	110	105	95
40	140	135	130	125	120	110
50	160	155	145	145	135	130
63	180	175	165	165	155	145

Rozteče podpor pro svislé potrubí podle výše uvedených tabulek mohou být násobeny koeficientem až 1,3, t.j. rozteče větší než u vodorovného potrubí. Zde je však nutné vycházet z dispozice dle skutečnosti a možnosti umístění pevných a kluzných uložení, jakož i konzultace s projektantem.



## Izolace potrubí

Vedení trubního systému se nachází v prostorech, kde teplota neklesá pod 5°C. Návrh proveden dle vyhlášky 193/2007 Sb. Nutnost návrhu také potvrzuje fakt, že s izolací nedochází ve vedení vodovodu k nadměrnému dilatačnímu účinku vlivem velkých teplotních rozdílů, tedy i k delší životnosti, která je plánována na 50 let.

### Návrh izolace


Navrhuji izolaci PAROC Selection aluCoat T. Jedná se o neprořízlé kruhové návleky z kamenné vlny z vnější strany potažené hliníkovou fólií. Posudek proveden za pomoci serveru <http://vytapani.tzb-info.cz>. Použité vzorce k provedení posudku jsou dostupné z [68]. Z důvodu energetických úspor byla tato hodnota navýšena o 1. řadu.

Tab.B 34 Návrh tepelné izolace teplé vody

materiál	Dxt [mm]	návrh izolace	tl. Stěny * [mm]
Pipelife PP-R GFR	16x2,7	PAROC Selection AluCoat T	40
Pipelife PP-R GFR	20x3,4	PAROC Selection AluCoat T	40
Pipelife PP-R GFR	25x4,4	PAROC Selection AluCoat T	40
Pipelife PP-R GFR	40x6,7	PAROC Selection AluCoat T	40
Pipelife PP-R GFR	63x10,5	PAROC Selection AluCoat T	50
Pipelife PP-R GFR	75x12,5	PAROC Selection AluCoat T	50

\* vyhovuje vyhlášce 193/2007 Sb. na minimální hodnoty součinitele prostupu tepla pro vnitřní rozvody

## Tepelná ztráta potrubí s izolací kruhového průřezu

<b>Izolace - <a href="#">podrobné technické informace</a></b> PAROC > Section aluCoat T Rozměry izolace - tl. 40 Tloušťka $s_{iz} = 40$ mm Souč. tepelné vodivosti $\lambda_{iz} = 0.035$ W / m K		 <p>Izolační pouzdra PAROC Section AluCoat T jsou vhodná na většinu standardních průměrů potrubí i ventilačních průduchů kruhových průřezů. Pro snazší montáž na potrubí jsou izolační pouzdra podélně rozříznuta. Při dobrém utěsnění spojů tvoří povrchová úprava parotěsnou zábranu</p> <p>Rozsah provozních teplot: do 250 °C</p>
<b>Trubka</b> - Vlastní hodnoty - Rozměry trubky Průměr $d = 90$ mm Tloušťka stěny $s_t = 15$ mm Souč. tepelné vodivosti $\lambda_t = 0.24$ W / m K		
$D = d + 2 s_{iz} = 170$ mm		<b>Potrubí</b> Teplota média $t_{in} = 55$ °C Teplota v okolí potrubí $t_{out} = 20$ °C Relativní vlhkost vzduchu $\rho_h = 85$ % ??? Teplota rosného bodu $t_w = 13.6$ °C Součinitel přestupu tepla na vnějším povrchu $\alpha_e = 10$ W / m <sup>2</sup> K Délka potrubí $l = 1$ m
Určující souč. prostupu tepla (dle vyhl. 193/2007) DN 80 - DN 125 => $U_{o,193/2007} = 0.34$ W / m K		
Součinitel prostupu tepla izolovaného potrubí $U_o = 0.302 \leq 0.34$ W / m K => VYHOVUJE požadavkům vyhlášky č. 193/2007		
Povrchová teplota izolovaného potrubí $t_{p,iz} = 22$ °C > $t_w$ => na povrchu potrubí nedochází ke kondenzaci		
Tepelná ztráta potrubí bez izolace $q_p = 56.2$ W/m		
Tepelná ztráta potrubí s izolací $q_{iz} = 10.6$ W/m		
Energetická úspora izolovaného potrubí 81 %		
Střední spotřeba izolace 0.4084 m <sup>2</sup> - platí pro plošnou izolaci		

Obr. B 23 Náhled na posouzení tepelné izolace na potrubí PP-R GFR dxt – 90x15 o tl. izolace 40 mm

## Odstupy od stavebních konstrukcí

Při návrhu trasování potrubí musí být dodrženy minimální vzdálenosti od stropů či stěn, pokud je potrubí vedeno souběžně s některou z těchto konstrukcí a nevede v drážce. Tento případ v návrhu nastává. Platí pro veškeré rozvody vody v objektu (pitná, užitková, požární, teplá a cirkulační).

Tab.B 35 Odstupy od stavebních konstrukcí

Vnější průměr potrubí D [mm]	20	25	32	40	50	75	90	110
Vzdálenost od stavební konstrukce [mm]*	42	48	55	60	75	90	105	136

\* od osy potrubí k lici stavební konstrukce



### B.4.4) Vodovod – cirkulační voda

V zadání bakalářské práce nebyl vyžadován výpočtový návrh cirkulační vody a příslušných regulačních ventilů. Jeho vedení bylo ovšem zařazeno do výkresové dokumentace s příslušnými armaturami. Návrh dimenzí budu uvažovat **vždy o jednu řadu nižší** než souběžné vedení teplé vody (*Domluva s vedoucím bakalářské práce*). Pro návrh cirkulační vody ovšem uvažuji dle normy ČSN 75 5455 skutečnost, že největší rozdíl teplot mezi teplou a cirkulační vodou nepřesáhne  $\Delta t = 5 \text{ K}$ .

Dále uvažuji se stejnou tloušťkou izolačního materiálu pro příslušné dimenze, tepelnou roztažností, rozteče uchycení apod. jako pro vodu teplou.

### B.4.5) Vodovod – požární voda

*Vycházím z požadavků ČSN EN 73 0873. V objektu se budou na typickém podlaží nacházet dvě hydrantové skříně, neboť délka požární hadice je nedostačující pro jediný hydrant. Umístění hydrantů situuji do samostatných požárních úseků. Je započtena 25ti metrová hadice + dostřik 10m. V podzemním podlaží postačí umístění jednoho hydrantu s délkou hadice 30 m. Celkem se v objektu nachází 7 hydrantů. Výpočty dle [b]; [e]; [f]; a příslušných norem uvedených u výpočtu, dále s pomocí výukových materiálů katedry TZB – ČVUT Praha na [tzb.fsv.cvut.cz](http://tzb.fsv.cvut.cz)*

#### **Použitý materiál**

Požární vodovod navrhuji z nehořlavého materiálu, tedy ocelové pozinkované potrubí z uhlíkové oceli SANHA® THERM 24000 firmy SANHA.

#### **Rozvody požární vody:**

Navrhuji vertikální systém se spodním ležatým rozvodem v 1.PP.

#### **Stanovení výpočtového průtoku**

Při výpočtu uvažuji s dvěma stoupacími větvemi, proto hydraulický výpočet dle nového přepracování normy počítá s maximálně 3mi činnými hydranty současně o výpočtovém průtoku  $Q_{\text{pož}} = 1 \text{ l/s}$  pro jeden hydrant.

#### **Hydraulické posouzení**

Při výpočtu dodržuji zásady jako pro návrh pitné vody, tedy počítám s maximální průtočnou rychlostí  $w_{\text{skut}} = 1,7 \text{ m/s}$  i přesto, že požární potrubí může disponovat vyššími rychlostmi. Požární vodovod se napojuje za vodoměrnou sestavou na hlavní vodovod. Posouzení ukazuje, že požární potrubí není rozhodující z hlediska průtoku:

$$Q_{D,\text{POŽÁR}} = 3,0 \text{ m}^3/\text{s} < Q_{D,\text{VODOVOD}} = 5,03 \text{ m}^3/\text{s}$$

>> Rozhodující pro návrh je vodovod pitné vody

Tab.B 36 Místní odpory v úsecích nejnepříznivější větve teplé vody

Místní odpory															
Číslo úseku	$\xi$ [-]											$\Sigma \xi$			
	KOLENO 90° = 1,5	T-KUS ODBOČNÝ = 1,5	T-KUS PRŮCHOD = 1,1	REDUKCE O 1 DN = 0,5	REDUKCE VÍCE DN = 1,0	NÁSTĚNNÝ HYDRANT = 3,0	VYPOUŠTĚCÍ VENTIL = 1,1	ZASOBNÍKOVÝ OHRIVÁČ = 3,0	ZPĚTNÝ VENTIL = 16	KULOVÝ KOHOUT = 0,7	KOV/PLAST = 0,7		FILTR = 0,4	OCHRANNÁ JEDNOTKA = 16	NAVRTÁVACÍ PÁS S UZÁVĚREM = 5,0
1	4			1		1									9,5
2	4		1												7,1
3	3		1				1			1					8,1
4		1													1,5
5	2	1					1			1	1				7
6	5	1			2		3	1	2	1	1				32,8
7 - přípojka	1		1								1			1	7,6

Tab. B 37 Hydraulický výpočet požární vody. Výpočetní schéma uvedeno v příloze (Výpočetní schéma B- Vodovod)

Hydraulický výpočet POŽÁRNÍ VODY nejnepříznivější vodovodní armatury: Napojení požárního hydrantu ve 3. NP na chodbě 314

Zař. předmět		POŽÁRNÍ HYDRANT DN 25		Výpočtový průtok Q							Ztráty třením		Místní odpory		Tlakové ztráty
Číslo úseku	Q <sub>pož</sub>	m	1,0 l/s	Q <sub>0</sub>	W <sub>skut</sub>	Dxt	Délka úseku - L	Δp <sub>RF1</sub>		Δp <sub>RF2</sub>		Δp <sub>RF</sub> = R * L + Z			
	počet		[l/s]					[m/s]	[mm]	[m]	R		R * L	ξ	Z
1	1	1,00	1,01	35x1,5 *	4,20	377	1,58	9,50	4,85	6,429					
2	2	2,00	1,45	42x1,5	1,70	628	1,07	7,10	7,46	8,531					
3	3	2,00	1,45	42x1,5	28,00	628	17,58	8,10	8,52	26,099					
4	6	2,00	1,45	42x1,5	4,10	628	2,57	1,50	1,58	4,152					
5	7	3,00	1,30	54x1,5	11,10	400	4,44	7,00	5,92	10,355					
6 - hlavní vodovod	7	3,00	1,00	110x18,4 **	6,10	133	0,81	32,80	16,40	17,211					
7 - přípojka	7	3,00	0,98	90x8,2 ***	9,80	147	1,44	7,60	3,65	5,090					
				Σ L	65,00			Σ p <sub>RF</sub>		77,9	[kPa]				

\* ocelové potrubí SANHA® THERM 24000

\*\* kompozitní potrubí PIPELIFE GFR - PN20

\*\*\* HDPE potrubí PIPECO HDPE 100 + SRD 11

PŘEVÝŠENÍ h =	10,18	m
ΔP <sub>e</sub> = ρ * g * h =	101,8	kPa
P <sub>dis</sub> =	420	kPa
P <sub>minFI</sub> =	200	kPa

Minimální hodnota přetlaku pro nástěnný hydrant

POSUDEK:

$$P_{dis} > P_{minFI} + \Delta p_e + \Delta p_{vwm} + \Delta p_{Ap} + \Delta p_{RF}$$

$$420 > 200 + 101,8 + 0 + 77,9$$

$$420 > 379,7 \text{ [kPa]}$$

Hydraulická podmínka vyhovuje

### Tepelná roztažnost potrubí

U ocelového potrubí platí stejné podmínky pro posouzení roztažnosti vlivem teplotních změn.

*Obr. B 24 Tepelná roztažnost potrubí*

MATERIÁL	$\alpha$ [mm/m*K]
PP-R GFR – kompozitní plastové potrubí	<b>0,05</b>
SANHA® THERM 24000 - ocelové potrubí	<b>0,0116</b>

$\alpha$  ... Součinitel délkové tepelné roztažnosti (mm/m\*K)

Dle následující tabulky je zřejmé, že teplotní roztažnost kompozitního potrubí je více jak 4x větší. Z tohoto důvodu bude umístění kompenzátorů ve spodním horizontálním rozvodu posuzováno pouze v místech, kde jsou již navrženy kompenzátory pro kompozitní potrubí. Svislé větve budou obsahovat U kompenzátory totožné v místech jako u PP-R.

## B.5) Plynovod - výpočty a studie záměrů

V obsahu zadání bakalářské práce je i návrh plynovodního potrubí (plynovodní přípojky). Protože je objekt vytápěn plynem a potřebná zařízení pro přeměnu plynu na tepelnou energii nebyly součástí návrhu, odhaduji z roční potřeby plynu velikost dimenze přípojky plynovodního potrubí na DN40 HDPE 100 SDR 11 50x4,6.

## C) Projekt

### C.1) Technická zpráva

#### C.1.1) Úvod

Praktická část bakalářské práce se zabývá návrhem vnitřního vodovodu, vnitřní kanalizace a spotřebou plynu s jejím zapojením do veřejných inženýrských sítí na Základní škole Náklo, okres Olomouc. Rozsah práce a požadované výkresy určila vedoucí práce ing. Ilona Koubková, Ph.D. Objekt stojí na parcele č. 516/2 a 517/1 a svojí pozicí se nachází v zastavěném území se sousedící napojovací silniční komunikací. Jako podklad pro vypracování sloužila situace s polohou inženýrských sítí a zakreslením stávajících objektů a upravená verze studie, která obsahovala pouze půdorysy bez řezů. Tato studie se týkala rekonstrukce a přístavby dalších částí k původnímu objektu, neboť současné prostory již nevyhovovali požadavkům Základní školy. Při samotném vypracování dokumentace pro tuto práci bylo zjištěno, že velikost prostorů a počty hygienických zařízovacích předmětů nevyhovuje navrhované kapacitě, proto byla dispozice upravena tak aby splňovala alespoň minimální požadavky. Jedná se o zděný objekt z keramických bloků Porotherm P+D a prolévaných tvárnic betonem (ztracené bednění) Livetherm. Půdorysný tvar se skládá z pravidelných geometrických útvarů. Zastřešení střechou šikmou valbovou, pultovou a valbovou a také střechou plochou. o 3 NP. Konstrukční výška je 3,79 m, světlá výška se liší v návaznosti na typu místnosti, např. kmenové třídy = 3000 mm. Při návrhu je dodržována platná legislativa ČR, dále podmínky správců sítí, požadavky obecního a stavebního úřadu a požadavky výrobců.

#### C.1.2) Množství odpadních vod

Maximální hodinový odtok odpadní vody	...	0,578	m <sup>3</sup> /hod
Průměrné denní množství odpadních vod	...	14,15	m <sup>3</sup> /den
Maximální denní odtok odpadních vod	...	20,72	m <sup>3</sup> /den
Roční odtok všech odpadních vod	...	2 666	m <sup>3</sup> /rok
Roční odtok odpadní vody splaškové	...	1 830	m <sup>3</sup> /rok
Roční odtok odpadní vody dešťové	...	836	m <sup>3</sup> /rok
Roční odtok všech odpadních vod	...	2 666	m <sup>3</sup> /rok

#### C.1.3) Potřeba pitné vody

Průměrná denní spotřeba vody	...	9,15	m <sup>3</sup> /den
Maximální denní potřeba vody	...	13,72	m <sup>3</sup> /den
Maximální hodinová potřeba vody	...	2,39	m <sup>3</sup> /hod
Roční potřeba vody	...	1 830	m <sup>3</sup> /rok

#### C.1.4) Potřeba teplé vody

Průměrná denní potřeba teplé vody	...	4,306	m <sup>3</sup> /den
-----------------------------------	-----	-------	---------------------

#### C.1.5) Potřeba plynu

Roční potřeba plynu	...	15 110	m <sup>3</sup> /rok
---------------------	-----	--------	---------------------

### C.1.6) Kanalizační přípojka

Odkanalizování objektu bude provedeno do stávající kanalizační stoky v obci Náklo, okres Olomouc. Jedná se o jednotný kanalizační řad z kameninových trub DN 500, který se nachází po obou stranách komunikace v zelených pásích severozápadně od objektu. Hloubka stoky v místě napojení je 3,6 m pod terénem.

Odvod dešťových i splaškových vod bude zajištěn nově vybudovanou kanalizační přípojkou z trub PVC – KG DN200, kdy spojení uvedených vod se provede v hlavní revizní šachtě. Maximální odtok odpadních vod je 66,9 l. Napojení proběhne za pomoci jádrového vývrtu. Hlavní vstupní šachta se nachází 2 m od hranice pozemku severozápadně od objektu. Jedná se o plastovou profilovanou šachtu Tegra 100 NG Wavin o průměru 1000 mm. Hloubka kanalizace v úrovni šachty činí 2,82 m od terénu. Dno šachty je typu 3, tedy obsahuje 3 prostupy DN 200.

Uložení kanalizační přípojky je provedeno na pískovém podsypu tl. 150 mm pod stálým sklonem 4%

s obsypáním pískem do výše 300 mm od horní hrany potrubí. V místě horní úrovně obsypu je uložena výstražná fólie šíře 400 mm.

Provedení kanalizační přípojky odpovídá normovým předpisům ČSN EN 75 6101 a ČSN EN 752.

### C.1.7) Vodovodní přípojka

Objektu pro potřeby pitné vody bude napojen na stávající vodovodní řad VŘ HDPE 100 SRD 11 160 x 15,4 mm. Vodovodní řad se nachází po obou stranách komunikace v místě zpevněných pochozích ploch v hloubce 1200 mm pod terénem.

Pro potřeby pitné vody bude vybudovaná nová vodovodní přípojka HDPE 100 SRD 11 90 x 8,2 mm s opatřením teplené izolace Mirelon Stabil tl. stěny 25 mm a s ochranou ocelovou trubkou po celé délce. Dle podkladů provozovatele kolísá hodnota přetlaku v místě napojení mezi 0,41 – 0,43 MPa. Dle hydraulického posouzení byl stanoven maximální průtok na 5,03 l/s při rychlosti 1,19 m/s. Napojení provedeno navrtávacím pasem doplněné o uzavírací šoupě, zemní teleskopickou soupravou a ocelovým poklopem Hawle. Umístění hlavní vodoměrné sestavy s hlavním uzávěrem vody, filtrem, zpětnou klapkou, vypouštěním ventilem a vodoměrem Techem M – NFR Q<sub>n</sub> 15 je situováno k hlavní obvodové zdi do vodoměrné místnosti. Přístup do místnosti je za hlavním vstupem prvními dveřmi vpravo. Do této místnosti bude mít provozovatel vodovodu oprávnění vstupu.

Uložení přípojky na pískovém podkladu tl. 150 mm s obsypáním hutněným pískem do výše 300 mm nad horní hranu ochranné ocelové trouby. Na tuto vrstvu se umístí modrá signalizační fólie šířky 400 mm po celé trase. Společně s vedením bude položen signalizační vodič pro pozdější nalezení trasy vodovodu. Napojení na vodič je přístupno v místě prostupu vodovodu v 1. PP.

Provedení kanalizační přípojky odpovídá normovým předpisům ČSN EN 75 5411.

### C.1.8) Plynovodní přípojka

Objekt bude napojen na stávající plynovodní středotlaký řad STL HDPE 100 SRD 11 110x12,3 mm nacházející se po obou stranách komunikace v zeleném pásu. Dle provozovatele se v místě napojení nachází přetlak 0,1 MPa.

Návrh plynového potrubí nebylo součástí bakalářské práce.

## C.1.9) Vnitřní kanalizace

### C.1.9.1) Dešťová kanalizace

Celková půdorysná plocha střešních ploch činí 1467 m<sup>2</sup>. Svody budou provedeny okapovým vnějším systémem pro střešní roviny šikmé s osazením střešních lapačů a vnitřním vedením systému HT- SYSTÉM s opatřením izolace proti nadměrnému hluku a orosování pro střešní roviny ploché s prostupem do zemního tělesa pod úroveň terénu. Dešťové okapní svody budou provedeny z měděného plechu a v místě přízemního odpadního potrubí opatřené ochranným litinovým potrubím výšky 1,5 m od terénu připevněné ocelovými objímkami k obvodové zdi. Vedení svodných potrubí PVC KG FIRMY OSMA v zemním tělese v nezámrazné hlouce (1,3 m) bude doplněno dvěma externími průmyslovými košíčkovými filtry UNT DN 200 s plastovým poklopem a dále revizními šachtami TEGRA 600 o vnitřním průměru 600 mm pro splnění maximální délky úseku 25 m (celkem 7 ks). Vyústění svodného dešťového potrubí proběhne dvěma prostupy klidným nátokem do dešťové prefabrikované akumulární nádrže PREFA BRNO PNO 240/330/278/14 BZP severozápadně od budovy sestavené ze dvou kompletních dílů a vzájemně propojené. Nádrž bude obsahovat kontrolní ŽB vstupní šachtu dodanou výrobcem nádrže, dále dva přívzdušňovací otvory, otvor pro přepadové potrubí opatřené zpětnou klapkou HL720.1 DN200 firmy SIFONE AB ABLAUFE. Tato armatura odpovídá dle ČSN EN 13564-1 armaturám typu 2. Obsahuje dvě automatické uzávěry a jeden ruční s pojistným uzávěrem. Odtok z přepadového potrubí je zaústěn do hlavní revizní šachty pod sklonem 9 %. Dále akumulární nádrž obsahuje otvor pro vodovodní sací potrubí, které bude zásobovat objekt studenou užitkovou vodu. Užitiný objem vody je 41 m<sup>3</sup>.

### C.1.9.2) Splašková kanalizace

Objekt je vybaven převážně gravitačním systémem kanalizace (všechna NP) doplněný o tlakovou kanalizaci z důvodu přečerpávání odpadní vody z 1. PP, neboť se kanalizační vývody nacházejí pod úroveň svodného potrubí a také pod hladinou vzduché vody. Jedná se pouze o odvod splaškové vody technologických zařízení. Jedná se o 2 podlahové vpusti a přepadovou odpadní vodu z pojistné vodovodní nádrže automatické tlakové stanice. Přečerpávání je zajištěno přečerpávací stanicí GRUNDFOS MSS.11.1.2 1X230V / 97901037 s možností napojení 4 vývodů. Z důvodu ochrany proti vzduché vodě prostupuje výtlačné potrubí do prostoru 1.NP do výše 0,6 m nad terén a zabezpečeno proti poškození. Je vybaveno uzávěrem a zpětnou klapkou, zápachový uzávěr je součástí zařízení. Výtlačné výšky a průtoky vyhověly dle posouzení. Stanice je vybavena samostatným větracím potrubím s ukončeným přívzdušňovacím ventilem.

Odvodnění kondenzátu z klimatizační jednotky bude uskutečněno za pomoci přečerpávací stanice pro odvod kondenzátu GRUNDFOS Confligt 1 za stejných podmínek.

Připojovací potrubí je provedeno pod minimálním sklonem 3 % začínající zápachovou uzávěrou zařizovacího předmětu a končí v napojení na odpadní potrubí. Vedení projektováno převážně v instalačních prostorech nebo v podhledu nižšího podlaží. V místech nedostatečného prostoru pro spád byla vynechána skladba podlahy. Uchycení potrubí provedeno objímkami k nosné konstrukci nebo případně jejím podložním. Prostupy nosnou konstrukcí jsou požárně odděleny a opatřeny protipožárními manžetami v místě přechodu do jiného požárního úseku.

Splašková odpadní potrubí vedou převážně v instalačních šachtách, nebo v instalačních předstěnách. V místě instalačních dvířek je osazen čistící kus pro revizní kontrolu ve výškové úrovni 1 m nad podlahou příslušného NP. Ukončení je provedeno vyvedením nad střešní rovinu o 0,5 m s ochranou ocelovou stříškou, nebo ukončeno přívzdušňovacím ventilem. Potrubí uchytíme pomocí pevných a volných objímků k nosné zdi. Půdorysná změna trasování pro některé potrubí je provedena v podhledu místnosti s dodržением normových předpisů.

Svodná kanalizační potrubí vedou částečně v kolektorovém vedení, neboli v instalačních kanálech a částečně v podhledu 1. PP. Prostup do zemního tělesa pro odvod z budovy je uskutečněn s ochrannými prvky dle výkresové dokumentace. Prostupy stěnami v 1. PP jsou požárně utěsněny. Po

trase se nacházejí čistící kusy max po 15 m. Potrubí je zavěšeno pomocí pevných a volných objímek max po 1100 mm dle výkresu svodného potrubí a jejich osová vzdálenost závisí na průměru potrubí. Sklon je proveden jednotně pro minimální hodnotu 2%. V místě významných odboček budou umístěny prvky pro ochranu proti hrdlovému vytažení.

Materiál pro sestavení gravitačního vnitřního kanalizačního potrubí je trojího typu. Do vnitřních prostor akusticky nenáročných byly projektovány tvarovky výrobce OSMA systému PP-HT (potrubí svodné, odpadní, větrací a přípojovací). Prostory akusticky náročné jsou opatřeny potrubím systému POLIphone firmy POLYPLAST (potrubí odpadní, větrací a přípojovací). Jedná se o vícevrstvé akusticky odolnější tvarovky. Pro vedení kanalizace v zemním tělese byl zvolen systém PVC KG firmy OSMA (potrubí svodné). Uchycování potrubí je provedeno za pomoci objímek s pryžovou kruhovou vložkou. Kanalizace tlaková je provedena z PP-R materiálu tlakové řady PN 20. Změna materiálu proběhne vždy po překročení hladiny vzdušné vody pomocí násuvného elastomerového kroužku s těsným provedením.

Návrh vnitřní kanalizace odpovídá normovým předpisům ČSN EN 12056 a ČSN 75 6760.

## C.1.10) Vnitřní vodovod

### Vodovod pitné vody

Hlavní ležaté přívodní potrubí, neboli vodovodní přípojka vede 1200 mm pod terénem a prostupuje obvodovou konstrukcí v místnosti CHODBA podlaží 1. PP ve výšce 2,02 m nad podlahou. Je opatřeno tepelnou izolací Mirelon Stabil tl. 25 mm a ochranou ocelovou trubkou. Dále potrubí prostupuje stropní konstrukcí do místnosti 138 – vodoměrná místnost, kde se nachází hlavní vodoměrná sestava. Dále prostupuje zpět stropní konstrukcí a je dále rozvedena do objektu. Maximální průtok byl stanoven na 5,03 l/s dle ČSN EN 5455, kdy uvažují výpočtový model B – tedy budovy s převážně rovnoměrným odběrem.

V objektu je naprojektován vertikální vodovodní systém se spodním horizontálním rozvodem v 1. PP a podzemních kolektorech s ukotvením pod stropem pomocí kluzných a pevných objímek. Hlavní vypouštěcí ventil se nachází nikoli ve vodoměrné místnosti, ale v prostoru technické místnosti - 1.PP, kde je možnost vypouštět vodovod přímo do podlahové vpusti, ale zároveň se jedná o nejnižší místo vodovodního potrubí v objektu, neboť hlavní vodoměrná sestava je umístěna o 600 mm výše. Ihned za hlavním vypouštěcím ventilem následuje odbočka požárnímu vodovodu. V krajních úsecích vodovodu se nacházejí zařizovací předměty (stěnové rohové ventily, zásobník teplé vody, automatická tlaková stanice a klimatizační jednotka), které vyhovují na maximální povolený tlak ve vodovodní síti a není zapotřebí projektovat škrcení tlaku. Sklon ležatého vodovodního potrubí je jednotně o minimální normové hodnotě 0,3%. Umístění uzavíracích a vypouštěcích ventilů je převážně v místech napojení na vertikální rozvody a dále na odbočkách ke jmenovitým zařizovacím předmětům v šachtě či v podhledu NP. Jelikož nejsou kolektory odvodněny, budou prostory vybaveny napojovací hadicí délky 40 m, přes kterou bude možno potrubí vypouštět do podlahové vpusti. Možností je také vypouštění přes čistící tvarovku do svodného kanalizačního potrubí, ovšem tento způsob je nevhodný.

Na trase pitné vody se dále nachází dvě podružné vodoměrné sestavy. První je umístěna na přívodu do automatické tlakové stanice a druhá na přívodu vody do zásobníku teplé vody. Technická specifikace vodoměrů viz. kapitola B.4.1 Vodovody – pitná voda.

V místech s předpokládaným občasným odběrem vody budou umístěny ochranné jednotky Kemper EA, které zabrání zpětnému nasátí vody z nepoužívané větve. Budou použity v místech kde je konečný zařizovací předmět nad úroveň hlavní větve. V ostatních případech bude předepsána uzávěra pomocí kulového kohoutu u odbočení z hlavní větve.

Materiálové řešení vnitřního vodovodu vedeného v prostoru budovy je jednotné a uvažuje s vícevrstevným odolným potrubím PP-R GFR tlakové třídy PN 20 od firmy PIPELIFE se spojováním polyfúzního svařování. Jedná se o třívrstvé potrubí s vnitřní minerální vložkou a nízkou tepelnou roztažností. Pro napojení výtokových armatur budou použity nástěnky připevněny ke



stěně. Spojení plastového potrubí se závitovou armaturou musí být provedeno za pomoci přechodky s mosazným závitem. Jako uzavírací armatury budou použity mosazné kulové kohouty s atestem na pitnou vodu. Vodovodní potrubí umístěné v zemi, které zásobuje nástěnné exteriérové ventily je provedeno z potrubí AGRAL PLAST PN 20 Rpe. Bude umístěno v nezámrazné hloubce, vyjma vyvedení k nástěnným ventilům položeno na pískovém loži a obsypáno hutněným pískovým násypem do výše 300 mm od horní hrany potrubí.

Tepelná izolace vnitřního vodovodu je provedena za pomoci návleků z minerální kamenné vlny opatřené hliníkovým obalem s prořízlým průměrem zn. PAROC Selection AluCoat T tl. stěny 20 – 40 mm dle příslušné dimenze. Posouzení tepelné izolace pro jmenovité průřezy dle vyhlášky 193/2007 Sb. viz kapitola B.4.1 Vodovody – pitná voda. V prostupu konstrukcí je použita poloviční tl. izolačního materiálu.

Návrh vodovodu ctí normové předpisy ČSN 75 5401, ČSN EN 806, ČSN 75 5409 a ČSN EN 5455.

## Požární vodovod

Objekt je vybaven samostatným ocelovým zavodněným požárním vodovodem. Navržen je vertikální vodovodní systém se spodním horizontálním rozvodem v 1. PP a podzemních kolektorech. Uchycení je provedeno pod stropem pomocí kluzných a pevných objímek. Hlavní vypouštěcí ventil požárního potrubí se nachází v prostoru technické místnosti - 1.PP za odbočením z vodovodu pitné vody, kde je možnost vypouštět požární vodovod přímo do podlahové vpusti. Na kmenovém rameni se nachází ochranná jednotka Kemper EA, která zabrání zpětnému nasátí vody do vodovodu pitné vody.

Koncové hydrantové jednotky SEHAZ 25D jsou umístěny u zdi v instalačním prostoru v každém NP ve dvou provedeních, protože délka nejdelší hadice jen těsně vyhoví po roztočení pro hašení veškerých prostor. Z tohoto důvodu jsou na každém patře osazeny dva hydranty s dostačující délkou hadice po započítání 10ti metrového dostřiku. Umístění je situováno do hlavní chodby. V 1. PP vyhovělo umístění pouze jednoho hydrantu s délkou hadice 30m, který bude umístěn ke schodišťovému prostoru. U všech hydrantů je zajištěno otáčení dvířek o 180 °.

Z materiálového hlediska je požární potrubí tvořeno z uhlíkové oceli SANHA® THERM 24000 firmy SANHA. Přichycení potrubí je provedeno ocelovými objímkami s gumovou vložkou. Uvažji vedení v instalační šachtě, instalačních prostorech a podhledech místností. Kompenzace délkové roztažnosti je vytvořena za pomoci U kompenzátorů.

Návrh požárního vodovodu ctí normové předpisy ČSN EN 806-2, ČSN 75 5409 a ČSN 75 5401.

## Vodovod teplé vody

Dle provozu budovy byl zvolen ústřední ohřev teplé vody s cirkulačními okruhy s přerušovaným provozem. Byl navržen zásobník Meibes Hubs 501 o objemu teplé vody 500 litrů. Je umístěn v technické místnosti a vybaven potřebnými armaturami jako například pojistný ventil na potrubí studené vody s otevíracím přetlakem 0,6 MPa. Ostatní armatury jsou patrné z výkresu 20 – AXONOMETRIE A – VODOVOD. Zdroj energie (plynový kotel Junkers Ceraclass EXCELLENCE ZSC 24/28-3 MFK 8,6 - 28,1 kW) se nachází v místnosti 104 – KOTELNA – 1. NP. Zde je umístěn kotel pro ohřev teplé vody doplněný cirkulačním čerpadlem. V případě poruchy kotle, či odstávky plynu je zásobník vybaven pojistným elektrickým ohřevem.

Materiál, trasování a druh izolace jsou totožné jako pro vodu pitnou. Dále byla navržena kompenzace délkových roztažností po celé trase potrubí. V nevyhovujících případech jsou navrženy smyčkové nebo „U“ kompenzátory dle dispozičních možností. Umístění a rozměry kompenzátorů jsou patrné z výkresu 20 – AXONOMETRIE A – VODOVOD.

Návrh vodovodu ctí normové předpisy ČSN EN 806-2, ČSN 75 5409 a ČSN 75 5401.

## Vodovod provozní užitkové vody

Provozní vodou rozumíme vodu dešťovou ze všech střešních rovin naakumulovanou v železobetonové nádrži severovýchodně od objektu v místě vedle hlavního vstupu. Jedná se o prefabrikovanou konstrukci dopravenou na místo určení s rozdělením na 4 díly. Síla ŽB stěn je 140 mm. Nádrž má tvar kvádra a bude umístěna podélně u objektu těsně na hranici pozemku. Vnější rozměry nádrže jsou 5360 x 5080 x 3150 mm.

Akumulační objem byl stanoven pro 2 týdny suchého období na užitný objem 41 m<sup>3</sup>. Voda bude nasávána sacím plovacím potrubím Elpumps 50x4 mm délky 5 m přes sací koš se zpětnou klapkou, plovákem a čidlem pro hlídání minimální výšky hladiny proti poškození čerpadel. Vedení v zemi provedeno z potrubí AGRAL PLAST PN 20 Rpe 75x12 mm. Potrubí bude uloženo v nezámrzé hloubce, vyjma vyvedení k nástěnným ventilům. Uložení na pískovém loži a obsypání hutněným pískovým násypem do výše 200 mm od horní hrany potrubí. Za vstupem do technické místnosti bude dále osazen mezi uzavírací ventily jemný filtr nečistot se zpětným proplachem RANDOM ROTARY DN 75 a dále se bude potrubí napojovat přes trojcestný ventil do automatické tlakové stanice. Potrubí se v tomto úseku již materiálově měnit nebude.

Zařízení které bude zajišťovat provoz a dostatečný přetlak je automatická tlaková stanice stanice IVAR.CS 2 KVC 50 (nastavení čerpadel na provozní stupeň 55/50) se dvěma čerpadly a frekvenčním měničem s přídatnou akumulací nádrží na 100 l. Pokud by došlo k vyčerpání akumulací vody pod minimální úroveň hladiny, přepne se přítok vody na pojistnou zásobní nádrž o objemu 480 l ROTO PE 500 umístěnou na ocelovém podstavci do výškové úrovně dna nádrže 1,4 m s pojistným přepadem se zápachovou uzávěrou do kanalizačního potrubí.

Je navržen opět vertikální systém se spodním rozvodem, který kopíruje trasu všech ostatních vodovodních potrubí. Tedy v 1. PP je vedeno zavěšené pod stropem ve sklonu 0,3 % k vypouštěcímu ventilu s maximálním osovým rozmístěním pevných a kluzných podpor dle potrubí teplé vody doplněno o kompenzaci v místech kompenzace teplé vody. Stoupační potrubí je vedeno v instalačních šachtách a instalačních prostorech opět doplněno o potřebnou kompenzaci. Po trase jsou naprojektovány armatury a uzávěry dle projektové dokumentace. Jedná se především o uzávěry svislých větví v kolektorovém vedení. Připojovací potrubí je umístěno v instalačních prostorech nebo v podhledu místnosti. Koncovým elementem této sítě budou zásobníkové nádržky u splachovacích WC, průtokové splachování pisoárů a výlevky v úklidových místnostech. Napojení této vody na exteriérové výtokové ventily nebylo provedeno, neboť může být v budoucnu využívána jako pitná voda pro zahradní přístřešky, nebo pro přístavbu sprchových míst pro sportovní halu. Pro napojení exteriérových výtokových armatur budou použity nástěnky připevněné ke stěně. Spojení plastového potrubí se závitovou armaturou musí být provedeno za pomoci přechodky s mosazným závitem. Jako uzavírací armatury budou použity mosazné kulové kohouty s atestem na pitnou vodu. Návrh vodovodu ctí normové předpisy ČSN 75 5409, ČSN EN 806-2 a ČSN 75 5401.

### C.1.11) Zařizovací předměty

Specifikace zařizovacích předmětů je uvedena v tabulce *Tab.B 38*. v návaznosti se značením ve výkresové dokumentaci. Instalovány budou závěsné WC s horní sedací výškou 400 mm vyjma WC určeného pro hendikepované, které bude kombinační s horní hranou 460 mm s osazením potřebných madel. Pisoárové stání budou mít automatické splachování s infračerveným čidlem a objemem spláchnutí 1,5 l. Zřízení umyvadel bude obsahovat stojánkové směšovací baterie a jejich horní hrana je prozatím projektována na 750 mm. Tato výška se může měnit spolu s orientací jednotlivých ročníků, tedy do prostor nižších ročníků se tato výška může snížit. Umyvadla pro hendikepované mají horní hranu ve výšce 800 mm s možností přístupu invalidního vozíku pod umyvadlo. Použité sprchové baterie budou nástěnné ve výšce 850 mm. Dřezové baterie jsou stojánkové otočné a výlevka také počítá se stojánkovou otočnou baterií. V technické místnosti 1. PP a v kotelně bude instalována výtoková armatura s rohovým ventilem DN 20. Napojení zařizovacích předmětů je přes rohový ventil DN 15. U umyvadel a dřezů budou užity běžné zápachové uzávěrky HL132/40 a HL100G/50, sprchy jsou opatřeny zápachovou uzávěrou HL522-DN50/75. Zápachová uzávěra u WC je již zabudována

výrobce. Zahradní exteriérové ventily všechny DN 20 byly opatřeny ochrannou jednotkou proti zpětnému nasátí vody Kemper EA.

Pro veškerá zapojení smí být užity pouze takové výtokové armatury, které zabraňují zpětnému nasátí vody podle ČSN EN 1717 a ČSN 75 5409.

Tab.B 39 Legenda zařizovacích předmětů

Výkresové značení	Popis zařizovacího předmětu	Počet užitých kusů
U	Umyvadlo Olymp 55cm, bílé 8.1061.2.000.104.1 Umyvadlová stojánková páková baterie Metalia 55096.0 chrom (součástí přípojovací hadičky pro napojení na rohové ventily) 2 x rohový ventil chrom DN 15 odpad: Sifon umyv. 5/4"x32 A400 DESIGN spodek, celokovový Alca plast (A400)	1
UW	Umyvadlo Olymp Deep 60x45 cm Umyvadlová stojánková páková baterie Sanela Sensorová automatická baterie SANELA - Umyvadlová baterie stojánková, chrom SLU 22 + doplněná prlátorem Venus Perlátor MA0001 (součástí přípojovací hadičky pro napojení na rohové ventily) 2 x rohový ventil chrom DN 15 odpad: Sifon umyv. 5/4"x32 A400 DESIGN spodek, celokovový Alca plast (A400)	6
UT	Umyvadlo Olymp 55cm, bílé 8.1061.2.000.104.1 Umyvadlová stojánková páková baterie Metalia 55096.0 chrom + doplněná prlátorem Venus Perlátor MA0001 (součástí přípojovací hadičky pro napojení na rohové ventily) 2 x rohový ventil chrom DN 15 odpad: Sifon umyv. 5/4"x32 A400 DESIGN spodek, celokovový Alca plast (A400)	19
UH	Umyvadlo pro hendikepované 869853111946;3 Baterie Umyvadlová stojánková páková baterie Sanela Sensorová automatická baterie SANELA - Umyvadlová baterie stojánková, chrom SLU 22 + doplněná prlátorem Venus Perlátor MA0001 (součástí přípojovací hadičky pro napojení na rohové ventily) 2 x rohový ventil chrom DN 15 odpad: Sifon umyv. 5/4"x32 A400 DESIGN spodek, celokovový Alca plast (A400)	3

UŽ2	Dvojumyvadlo Cubito 130x48,5 cm, dva otvory pro baterii; umyvadlová stojánková páková baterie Metalia 55096.0 chrom + doplněná prlátorem Venus Perlátor MA0001 2 x rohový ventil chrom DN 15 odpad: Sifon umyv. 5/4"x32 A400 DESIGN spodek, celokovový Alca plast (A400)	4
UŽ4	2 x Dvojumyvadlo Cubito 130x48,5 cm, dva otvory pro baterii; umyvadlová stojánková páková baterie Metalia 55096.0 chrom + doplněná prlátorem Venus Perlátor MA0001 2 x rohový ventil chrom DN 15 odpad: Sifon umyv. 5/4"x32 A400 DESIGN spodek, celokovový Alca plast (A400)	4
WCH	WC pro hendikepované Handicapped (P-Trap) WATER CLOSET kod: HC03PWH; boční napoštění; vodorovný odpad, Kulový rohový ventil s filtrem TIEMME 1/2", chrom	3
WC1	WC set 5v1 - GROHE Rapid SL modul + DURAVIT D-Code závěsné WC + sedátko + tlačítko + úchyty podomítkový WC modul Grohe RAPID SL 38528001, závěsnou WC mísu Duravit D-Code 25350900002 2-činné splachování (3/6 l); odpad vodorovný součástí	26
P	Pisoárová mísa závěsná keramická bílá se senzorovým infračerveným splachovačem 24 V Montážní prvek pro pisoár pro zabudování do instalační předstěny zn. GEBERIT Zápachová uzávěrka umyvadlová plastová bílá	10
V	Jika MIRA 5104.6 stojící keramická výlevka montáž na podlahu. Výlevka dodávána včetně plastové mříže kod: 8.5104.6.000.000.1 Polar dřezová baterie s kulatým ramínkem rozteč 100mm, ramínko 20 cm vodorovný odpad o průměru 102 mm. (součástí připojovací hadičky pro napojení na rohové ventily) 2 x rohový ventil chrom DN 15	3
SP	Akrylátová sprchová vanička "Olymp", 900 × 900mm, vestavná, bílá, 2.1183.2.000.000.1; Sprchový kout "Lyra" 900, výška 1900mm, bílý profil, Zápachová uzávěrka HL522- DN40/50 s kulovým kloubem na odtoku Sprchová páková baterie 100 Metalia 55065.0 chrom; Sprchová úsporná hlavice Cromo 100 Vario EcoSmart ruční sprcha chrom	5

KD	Dřez nerezový Norma MONO 5480.312 - 560x480mm s odkládací ploškou Zápachová uzávěrka HL100G/50- DN50x6/4" pro dřezy s kulovým kloubem Dřezová stojánková páková baterie Metalia 55091.0 chrom (připojovací hadičky pro napojení na rohové ventily součástí) 2x Kulový rohový ventil s filtrem TIEMME 1/2", chrom	3
PV	ALCAPLAST AVP 3344 Podlahová vpusť 105x 50 boční odpad, krycí mřížka nerez, nerezová příruba a límec 2. úrovně izolace, vodovodní a suchá zápachová uzávěra materiál: polypropylen plněný mastkem	6

### C.1.11) Zemní práce

Pro potrubí vedená v zemním tělese včetně přípojek bude vyhloubena výkopová rýha o šíři 0,8 m. Pokud je stanoven pískový podsyp, tak musí být dostatečně ztuhněn. Při provádění výkopových prací je nutno dodržovat zásady bezpečnosti práce na staveništi (BOZP). Výkopy hlubší jak 1,5 m je nutno pažit. Veškeré výkopy budou opatřeny výstražnou značkou a zábradlím či ohrazeny do minimální výše 1000 mm. Výkop je nutné spádovat a vytvořit sběrnou jímku k případnému odčerpávání podzemních vod. Výkopek bude umístěn vedle samotného výkopu do maximální výšky 0,7 m. Zbývající zemina po zasypaní výkopu bude umístěna na skladovací místo v jižní části pozemku. Před prováděním všech výkopových prací je nutno vytýčit všechny existující inženýrské sítě jejich správci. Tento požadavek přednese zhotovitel stavby s dostatečným předstihem.

Při křížení a souběhu s jinými sítěmi budou dodrženy minimální vzdálenosti podle ČSN EN 73 6005 a také podmínky a požadavky provozovatelů těchto sítí. Při zjištění nesouladu polohy sítí s mapovými podklady získanými od jejich provozovatelů, je nutná konzultace s příslušnými správci sítí. Při provádění výkopu, kde je předpokládán souběh či křížení více inženýrských sítí je nutno provádět ručně bez použití motorového či pneumatického zařízení. Obnažené inženýrské sítě při zemních pracích je nutno zabezpečit proti poškození. Před zasypaním stavebního výkopu budou provozovatelé obnažených inženýrských sítí přizváni ke kontrole jejich stavu. Přítomnost správce sítě bude zaznamenána do stavebního deníku a poté bude výkop zasypan a terén uveden do původního stavu.

## C.2) Výkresová dokumentace

Dle zadání bakalářské práce bylo zpracování určených výkresů ZTI Základní školy Náklo na úrovni rozšířeného stavebního povolení. Jedná se celkem o 28 výkresů z oblasti vnitřní kanalizace a vnitřního vodovodu. Uvedené výkresy jsou součástí *Přílohy A*.

### C.2.1) Seznam výkresů Přílohy A

	Číslo výkresu	Název výkresu	Měřítko
<b>KANALIZACE</b>	1	Půdorys 1. PP - SVODNÉ POTRUBÍ	1:50
	2	Půdorys 1. NP -KANALIZACE	1:50
	3	Půdorys 2. NP -KANALIZACE	1:50
	4	Půdorys 3. NP -KANALIZACE	1:50
	5	ROZVINUTÝ ŘEZ SPLAŠKOVOU KANALIZACÍ	1:50
	6	PODÉLNÉ ŘEZY SPLAŠKOVÝM SVODNÝM POTRUBÍM - ČÁST A	1:50
	7	PODÉLNÉ ŘEZY SPLAŠKOVÝM SVODNÝM POTRUBÍM - ČÁST B	1:50
	8	PODÉLNÉ ŘEZY DEŠŤOVÝM SVODNÝM POTRUBÍM - ČÁST A	1:50
	9	PODÉLNÉ ŘEZY DEŠŤOVÝM SVODNÝM POTRUBÍM - ČÁST B	1:50
	10	SCHÉMA KONSTRUKCE STŘECHY	1:50
	11	AKUMULAČNÍ NÁDRŽ PREFA BRNO	1:30
	12	ŘEZ KANALIZAČNÍM PŘEPADEM Z AKUMULAČNÍ NÁDRŽE	1:50
	13	ŘEZ KANALIZAČNÍ PŘÍPOJKOU	1:50
	14	ULOŽENÍ KANALIZAČNÍ PŘÍPOJKY	1:50
	15	SITUACE	1:200
<b>VODOVOD</b>	16	PŮDORYS 1. PP - HORIZONTÁLNÍ ROZVOD VODOVODU	1:50
	17	PŮDORYS 1.NP - VODOVOD	1:50
	18	PŮDORYS 2.NP - VODOVOD	1:50
	19	PŮDORYS 3.NP - VODOVOD	1:50
	20	AXONOMETRIE A - VODOVOD	1:50
	21	AXONOMETRIE B - VODOVOD	1:50
	22	ŘEZ VODOVODNÍ PŘÍPOJKOU - VODOVOD	1:50
	23	ULOŽENÍ VODOVODNÍ PŘÍPOJKY	1:20
	24	SCHÉMA PRO NÁVRH KOMPENZACE VODOVODNÍHO POTRUBÍ	1:50
	25	SCHÉMA ZAPOJENÍ ATS - VODOVOD	1:50
	26	VÝPOČTOVÉ SCHÉMA A - VODOVOD	1:100
	27	VÝPOČTOVÉ SCHÉMA B - VODOVOD	1:100

## Závěr

Bakalářská práce na téma zdravotní techniky Základní školy Náklo byla zpracována podle zadaného rozsahu od vedoucího práce Ing. Ilony Koubkové, Ph.D. Práce byla zpracovávána svědomitě s průběžnými konzultacemi.

Teoretická část se zabývá úsporou pitné vody, využíváním dešťové vody a úsporou energií ze zdravotní techniky.

Výpočtová část je věnována bilancím připojovaných sítí (vodovod a kanalizace), návrhu technologických zařízení, dimenzování a posuzování potrubí na již zmíněné základní škole. Výpočty jsou součástí hlavního dokumentu bakalářské práce. Jejich rozsah byl zpracován detailně i se studií záměrů dané části. Znamená to, že výpočty jsou doplněny textovou částí, které dokládají důvod použitých zařízení a způsob volených výpočtových metod.

Projektová část je poté výchozím dokumentem s aplikací výpočtových hodnot vodovodního a kanalizačního potrubí, která byla zpracována jako projektová dokumentace ke stavebnímu povolení na rozšířené úrovni. Rozsah výkresů byl průběžně konzultován a kontrolována jejich správnost a proveditelnost.

## Seznam použitých zdrojů

### **Seznam použité literatury**

- [a] Vrána Ph.D, Ing. Jakub. Technická zařízení budov v praxi: příručka pro stavaře. 1. vyd. Praha Grada, 2007.
- [b] Valášek Jaroslav a kolektiv. Zdravotně technická zařízení a instalace. Bratislava 2001
- [c] Jelínek, Csc. Doc. Ing. Vladimír. a kolektiv. Technická zařízení budov – Podklady pro projekty. Vyd. ČVUT 2010
- [d] ŽABIČKA, Ing. Z –VRÁNA Ph.D, Ing.J. Zdravotnětechnické instalace (ERA group s.r.o, 2009)
- [e] Koubková, Phd. Ing. Ilona a Houšková Csc. Ing. Marta. Technická zařízení budov – Cvičení 1. Vyd. ČVUT 2004
- [f] Kabele, Csc. Prof. Ing. Karel. a kolektiv. Energetické a ekologické systémy 1- Zdravotní technika, vytápění. Vyd. ČVUT V PRAZE 2011
- [g] Klaus Daniels. Technika budov- Příručka pro architekty a projektanty. 3. Vyd. 2009 Jaga group

### **Normy a vyhlášky**

VYHLÁŠKA Č. 120/2011 SB. O vodovodech a kanalizacích pro veřejnou potřebu (zákon o vodovodech a kanalizacích)

VYHLÁŠKA Č. 193/2007 Sb. Stanovení účinnosti užití energie při rozvodu tepelné energie.

NORMA ČSN EN01 3450 – Technické výkresy – Instalace – Zdravotně technické a plynovodní instalace.

NORMA ČSN EN 75 6760 - Vnitřní kanalizace



- NORMA ČSN EN 12056 – Navrhování vnitřní kanalizace  
NORMA ČSN EN 12 380 a 13 6371 – Přivzdušňovací ventily pro vnitřní kanalizaci - Požadavky, zkušební metody a hodnocení shody  
NORMA ČSN EN 13 564 - 1 – Zpětné armatury pro vnitřní kanalizaci  
NORMA ČSN EN 752 – Odvodňovací systémy vně budov  
NORMA ČSN EN 1253 1 až 4 – Podlahové vpusti a střešní vtoky  
NORMA ČSN EN 75 5409 - Vnitřní vodovody  
NORMA ČSN EN 75 5455 – Výpočet vnitřních vodovodů  
NORMA ČSN EN 73 0873 – Požární bezpečnost staveb – zásobování požární vodou  
NORMA ČSN EN 06 0320 – Tepelné soustavy v budovách – Příprava teplé vody  
NORMA ČSN EN 75 6260 – Dešťové nádrže  
NORMA ČSN EN 806 -1 – Vnitřní vodovod pro rozvody určené k lidské spotřebě  
NORMA ČSN EN 1717 – Ochrana proti znečištění pitné vody u vnitřních vodovodů a všeobecné požadavky na zařízení proti znečištění zpětným průtokem  
NORMA ČSN EN 806 – Návrh automatické tlakové stanice  
NORMA ČSN EN 75 5401 – Navrhování vodovodního potrubí  
NORMA ČSN EN 01 3111 Technické výkresy - Skládání výkresů  
NORMA ČSN EN 73 6005 - Prostorové uspořádání sítí technického vybavení  
NORMA ČSN EN 6101 - Projektování silnic a dálnic  
NORMA ČSN EN 73 0873 – Požární bezpečnost staveb
- NORMA ČSN EN 12 380 a 13 6371 – Přivzdušňovací ventily pro vnitřní kanalizaci - Požadavky, zkušební metody a hodnocení shody  
NORMA ČSN EN 73 1540-3 - Tepelná ochrana budov. Část 3: Výpočtové hodnoty veličin pro navrhování a ověřování  
NORMA DIN 4753 Tepelná izolace ohřivačů teplé vody do 1000 l jmenovitého obsahu – Požadavky a zkoušení

### **Citované internetové zdroje**

- [1] Dvořáková, Denisa. Kvalita dešťové vody a její čištění. In TZB-info [online]. 1. vydání. 2007 [cit. 2016-04-24]. Dostupné z WWW: [www.tzb-info.cz](http://www.tzb-info.cz)
- [2] Ošlejšková, Monika Ing. *Šedá voda ve zdravotní technice*. In TZB-info [online]. 1. vydání. 2011 [cit. 2016-04-24]. Dostupné z WWW: [www.tzb-info.cz](http://www.tzb-info.cz)
- [3] Lhotáková CSc, Zdeňka doc. Ing. Zpětné využívání odpadních vod v domech pro bydlení In TZB-info [online]. 1.vydání. 2014 [cit. 2016-04-24]. Dostupné z WWW: [www.tzb-info.cz](http://www.tzb-info.cz)
- [4] ZPRÁVA E15 - *Zájemce o temelín, francouzská Areva, zřejmě oznámí velké ztráty* [online]. 2015 [cit. 2016 – květen – 9] Dostupné z: <http://zpravy.e15.cz/byznys/prumysl-a-energetika/zajemce-o-temelin-francouzsko-areva-zrejme-oznami-velke-ztraty-725047>
- [5] ČT24 - *Spotřeba vody sice klesla o čtvrtinu, pitnou vodu ale zřejmě zdraží sucho* [online]. 2015 [cit. 2016 – květen – 9] Dostupné z: <http://www.tretiruka.cz/news/ct24-spotreba-vody-sice-klesla-o-ctvrtinu-pitnou-vodu-ale-zrejme-zdrazi-sucho/>
- [6] DELAVAL – Efektivní pohoda krav – XI. Část [online]. 2015 [cit. 2016 – květen – 9] Dostupné z: [http://www.delavalczech.cz/ImageVaultFiles/id\\_14836/cf\\_13/cow\\_drinking.PNG](http://www.delavalczech.cz/ImageVaultFiles/id_14836/cf_13/cow_drinking.PNG)
- [7] BOLA\_CZ - *Automatická tlaková stanice Wilo COR-1 MHIE 205-2G* [online]. 2015 [cit. 2016 – květen – 9] Dostupné z: <http://www.bola.cz/automaticka-tlakova-stance-wilo-cor-1-mhie-205-2g.html>

- [8] BELIS – *UNT Využití dešťové vody* [online]. 2016 [cit. 2016 – květen – 9] Dostupné z: <http://www.belis.cz/hospodareni-s-vodou>
- [9] KLARTEC INNOWATER TECHNOLOGY – *Retenční nádrž KL PN 35* [online]. 2012 [cit. 2016 – květen – 9] Dostupné z: <http://www.klartec.cz/cz/produkty/retencne-poziarne-akumulacne-nadrze-a-precerpavacie-stance/poziarne-nadrze.html>
- [10] POLYTEX – *Podzemní nádrže* [online]. 2009 [cit. 2016 – květen – 9] Dostupné z: [http://www.polytex.cz/produkty/nadrze-5/nadzemni-nadrze-15#colorbox\[\[793835\]\]/2/](http://www.polytex.cz/produkty/nadrze-5/nadzemni-nadrze-15#colorbox[[793835]]/2/)
- [11] BLESK PRO ŽENY.CZ – *7 zlovyků, kterými si v práci škodíte zádom a pleti* [online]. 2014 [cit. 2016 – květen – 9] Dostupné z: <http://prozeny.blesk.cz/clanek/pro-zeny-zdravi-zdravi/234896/7-zlovyku-kterymi-si-v-praci-skodite-zadum-a-pleti.html>
- [12] ASIO – *AS-GW- Aqualoop* [online]. 2013 [cit. 2016 – květen – 9] Dostupné z: <http://www.asio.cz/cz/as-gw-aqualoop>
- [13] Lhotáková, CSc, Zdeňka Ing. *Zpětné využívání odpadních vod pro bydlení - In TZB-info* [online]. 1.vydání. 2014 [cit. 2016 - květen - 9]. Dostupné z WWW: [www.tzb-info.cz](http://www.tzb-info.cz)
- [14] KOUPELNY-SEN.CZ - *Separální toaleta Privy 501* [online]. 2010 [cit. 2016 – květen – 9] Dostupné z: <https://www.koupelny-sen.cz/separacni-toaleta-privy-501>
- [15] ADON SERVIS s.r.o. - *1.11.2014* [online]. 2014 [cit. 2016 – květen – 9] Dostupné z: <http://www.ecowatersaver.cz/files/adon/usporavody.jpg>
- [16] ] BOLA\_CZ – *Termostatické ventily – často kladené otázky* [online]. 2014 [cit. 2016 – květen – 9] Dostupné z: <http://www.bola.cz/custom/img/poradna/ventily.png>
- [17] TRIKER.CZ - *SLU 01NH automatická umyvadlová beztlaková baterie* [online]. 2015 [cit. 2016 – květen – 9] Dostupné z: [http://triker.cz/pool/Slu-01nh-automaticka-umyvadlova-beztlakova-baterie-011\\_v.jpg](http://triker.cz/pool/Slu-01nh-automaticka-umyvadlova-beztlakova-baterie-011_v.jpg)
- [18] ONLINE-KOUPELNY.CZ - *Sanela Senzorové baterie - Dřezová směšovací baterie stojánková, s pevným výtokovým ramínkem, chrom SLU 03D* [online]. 2011 [cit. 2016 – květen – 9] Dostupné z: [http://www.onlinekoupelny.cz/\\_upload/\\_shop/items/images/original/26530.jpg](http://www.onlinekoupelny.cz/_upload/_shop/items/images/original/26530.jpg)
- [19] NEOPERL – *Perlátory Neoperl SLC* [online]. 2013 [cit. 2016 – květen – 9] Dostupné z: [http://neoperlcz.cz/user\\_content/videos/Cache.jpg](http://neoperlcz.cz/user_content/videos/Cache.jpg)
- [20] KOUPELNA-SNU.CZ – *Úsporná sprchová hlavice Grohe sena PR* [online]. 2012 [cit. 2016 – květen – 9] Dostupné z: [http://www.koupelna-snu.cz/files/fck/image/grohe\\_sena\\_pr.jpg](http://www.koupelna-snu.cz/files/fck/image/grohe_sena_pr.jpg)
- [21] STOKLASA - *Vodní perly - gelové kuličky do vázy 4 g 150400* [online]. 2012 [cit. 2016 – květen – 9] Dostupné z: [http://www.stoklasa.cz/fotkymaxi/150400\\_2.jpg?20151030062051](http://www.stoklasa.cz/fotkymaxi/150400_2.jpg?20151030062051)
- [22] SIKO - *Lema ovládací tlačítko 3/6* [online]. 2013 [cit. 2016 – květen – 9] Dostupné z: <https://www.siko.cz/-/media/Images/products/8/5/2/d>
- [23] SIKO - *Tece ovládací tlačítko Base, bílá Bí* [online]. 2014 [cit. 2016 – květen – 9] Dostupné z: <http://img2.hyperinzerce.cz/x-cz/inz/10450>
- [24] Sklenářová, Ing. Tatiana *Decentralizovaný způsob nakládání s odpadovými vodami, část 2 - Delenie odpadových vôd In TZB-info* [online]. 1.vydání. 2009 [cit. 2016-květen-9]. Dostupné z WWW: [www.tzb-info.cz](http://www.tzb-info.cz)
- [25] GENIALNI DUM – *I na splachování vody se dá ušetřit.* [online]. 2013 [cit. 2016 – květen – 9] Dostupné z: <http://www.genialnidum.cz/i-na-splachovani-wc-se-da-usetrit/>

- [26] ÚSPORNÉ SPOTŘEBIČE – *Myčky*. [online]. 2016 [cit. 2016 – květen – 9] Dostupné z: <http://www.uspornespotrebice.cz/kriteria-vyberu/kriteria-mycky/>
- [27] ÚSPORNÉ SPOTŘEBIČE – *Pračky*. [online]. 2016 [cit. 2016 – květen – 9] Dostupné z: <http://www.uspornespotrebice.cz/kriteria-vyberu/kriteria-pracky/>
- [28] ] BOLA\_CZ – *Termostatické ventily – často kladené otázky* [online]. 2014 [cit. 2016 – květen – 9] Dostupné z: <http://www.bola.cz/custom/img/poradna/ventily.png>
- [29] VODASHOP.CZ - *Bezvodý pisoár ECOSTEP-PI* [online]. 2014 [cit. 2016 – květen – 9] Dostupné z: <http://www.vodashop.cz/pictureprovider.aspx?z=680&path=d:/abra/web/userdata/images>
- [30] TELEGRAPH.CO.UK - *Legionnaires' outbreak: second company ordered to clean up* [online]. 2012 [cit. 2016 – květen – 9] Dostupné z: [http://i.telegraph.co.uk/multimedia/archive/02240/Legionnaires\\_2240713b.jpg](http://i.telegraph.co.uk/multimedia/archive/02240/Legionnaires_2240713b.jpg)
- [31] WIKIPEDIA - *Vedení tepla* [online]. 2012 [cit. 2016 – květen – 9] Dostupné z: [https://cs.wikipedia.org/wiki/Veden%C3%AD\\_tepla](https://cs.wikipedia.org/wiki/Veden%C3%AD_tepla)
- [32] ASIO - *Výměník do koupelny as-sprcha* [online]. 2013 [cit. 2016 - duben - 28] Dostupné z: <http://www.asio.cz/cz/vymenik-do-koupelny-as-sprcha>
- [33] ASIO - *Recyklace tepla v budovách – šedé vody* [online]. 2015 [cit. 2016 - duben - 28] Dostupné z: <http://www.asio.cz/cz/61.recyklace-tepla-v-budovach-sede-vody>
- [34] GFX TECHNOLOGI - *Residential Savings & Installation* [online]. 2002 [cit. 2016 - duben - 28] Dostupné z: <http://www.gfxtechnology.com/Ins-Video.html>
- [35] ASIO - *Recyklace tepla v budovách – šedé vody* [online]. 2014 [cit. 2016 - duben - 28] Dostupné z: <http://www.asio.cz/cz/61.recyklace-tepla-v-budovach-sede-vody>
- [36] STAVEBNICTVÍ3000.CZ - *AS-GW/Aqualoop* [online]. 2015 [cit. 2016 - duben - 28] Dostupné z: <http://www.stavebnictvi3000.cz/clanky/as-gw-aqualoo-ta-spravna-vodni-smycka-od-firmy-asio/>
- [37] SAKAL - *Odpadní výměník typ SUP4* [online]. 2016 [cit. 2016 - duben - 28] Dostupné z: <http://sakal-ovt.cz/produkty/odpadni-vymenik-typ-sup4/#!lightbox/1/>
- [39] Matuška, Ph.D. doc. Ing. Tomáš. *Typy solárních kolektorů*. In TZB-info [online]. [cit. 2016 – duben - 28]. Dostupné z WWW: [www.tzb-info.cz](http://www.tzb-info.cz)
- [40] Matuška, Ph.D. doc. Ing. Tomáš. *Solární kolektory - časté dotazy*. In TZB-info [online]. [cit. 2016 – duben - 28]. Dostupné z WWW: [www.tzb-info.cz](http://www.tzb-info.cz)
- [41] SOLARNI ENERGIE - *SELEKTIVNÍ PLOCHÉ KAPALINOVÉ KOLEKTORY MEGASUN S 2000, MEGASUN S 2500* [online]. 2013 [cit. 2016 - duben - 28] Dostupné z: <http://www.solarnienergie.cz/img/slunecni-kolektory-selektivni.jpg>
- [42] ITEST - *Solární systémy, tepelná čerpadla a další obnovitelné zdroje 2500* [online]. 2007 [cit. 2016 - duben - 28] Dostupné z: <http://www.itest.cz/old/solar/ts400.jpg>
- [43] OCHSNER - *Tepelné čerpadlo pro ohřev TUV* [online]. 2010 [cit. 2016 - duben - 28] Dostupné z: <http://www.ochsner.cz/cz/o-tepelnych-cerpadlech/jak-efektivne-vyuzit-tepelne-cerpadlo/ohrev-teple-vody.html>
- [44] TEPELNÁ ČERPADLA MAZUR - *Ohřev TUV* [online]. 2014 [cit. 2016 - duben - 28] Dostupné z: <http://www.topenicerpadlem.cz/user/upload/oh%C5%99ev%20TUV.jpg>
- [45] RICHTER & FRENZEL - *Zemní teplo a teplo okolního prostředí* [online]. 2015 [cit. 2016 - duben - 28] Dostupné z: <http://www.r-f.cz/typo3temp/pics/0243e60225.png>

- [46] Kunc, Ing. Jan. Využití odpadního tepla při chlazení zimních stadionů. In TZB-info [online]. 1. vydání. 2006 [cit. 2016-04-28]. Dostupné z WWW: [www.tzb-info.cz](http://www.tzb-info.cz)
- [47] HITACHI - *Kompresorové chladiče kapalin, vody a nemrznoucích směsí* [online]. 2015 [cit. 2016 - duben - 29] Dostupné z: <http://www.klimatizace-hitachi.cz/brno/wp-content/uploads/klimatizace-hitachi-brno-chladiče-01-kompaktni-kompresorova-chladiči-jednotka-samurai-rcme.jpg>
- [48] MIRELON - *Termoizolační trubice MIRELON STABIL* [online]. 2013 [cit. 2016 - duben - 29] Dostupné z: <http://www.mirelon.com/cz/termoizolacni-trubice-mirelon-wp000014.html>
- [49] TERMS CZ - *Kolektory na ohřev vody* [online]. 2013 [cit. 2016 - duben - 29] Dostupné z: <http://www.terms-cz.com/images/solar-kombi-system-cze2.jpg>
- [50] OHREJ.SE - *Ohřívač vody 200/2 stacionární, PUR, bílá koženka (Zásobník TUV 200 l s dvěma výměníky)* [online]. 2013 [cit. 2016 - duben - 29] Dostupné z: [http://www.ohrej.se/pic\\_zbozi/ga26209070.jpg](http://www.ohrej.se/pic_zbozi/ga26209070.jpg)
- [51] ENERFIN PLUS s.r.o. – *Lokální ohřívač teplé vody* [online]. 2015 [cit. 2016 - duben - 29] Dostupné z: [http://www.enerfinplus.cz/files/stiebel\\_eltron/ohrev.jpg](http://www.enerfinplus.cz/files/stiebel_eltron/ohrev.jpg)
- [52] REGULUS – *Zásobníkový ohřívač vody R0BC 400* [online]. 2012 [cit. 2016 - duben - 29] Dostupné z: [http://www.regulus.cz/download/tech-listy/cz/tl\\_cz\\_technicky-list\\_r0bc-400.pdf](http://www.regulus.cz/download/tech-listy/cz/tl_cz_technicky-list_r0bc-400.pdf)
- [53] MEIBES – *Stacionární zásobníky teplé vody* [online]. 2014 [cit. 2016 - duben - 29] Dostupné z: <http://www.meibes.cz/system/documents/files/000/001/242/original.pdf>
- [54] ZŠ – *VLACHOVO BŘEZÍ – Rozvrhy* [online]. 2015 [cit. 2016 - duben - 29] Dostupné z: <http://www.zs-vlachovobrezi.net/wp-content/data/rozvrh.pdf>
- [55] PIPELIFE – *PP-R Instaplast* [online]. 2015 [cit. 2016 - duben - 29] Dostupné z: [http://www.pipelife.cz/media/cz/pdf\\_downloads/PPRINSTAPLAST\\_TECHNICKY\\_MANUAL.pdf](http://www.pipelife.cz/media/cz/pdf_downloads/PPRINSTAPLAST_TECHNICKY_MANUAL.pdf)
- [56] TOPENI PLYN VODA - *Kotel CeraClassExcellence ZWC 24-3 MFK* [online]. 2014 [cit. 2016 - duben - 29] Dostupné z: <https://im9.cz/iR/importprodukt-orig/181/181a1cc09df1faa0ffc0cd3eb3dc1dbd.jpg>
- [57] GARTEN.CZ - *Odvodnění staveb - označování potrubí a žlabů* [online]. 2008 [cit. 2016 - duben - 29] Dostupné z: [http://www.garten.cz/images\\_data/4670-kanalizacni-potrubí.jpg](http://www.garten.cz/images_data/4670-kanalizacni-potrubí.jpg)
- [58] VODO-PLAST TOP - *Privzdušňovací ventil hl900n dn50/75/110 s dvojitou izolační stěnou* [online]. 2013 [cit. 2016 - duben - 29] Dostupné z: <http://www.vodo-plasttop.cz/51271-ventilacni-a-privzdusnovaci-hlavice/93108-privzdusnovaci-ventil-hl900n-dn5075110-s-dvojitou-izolacni-stenou/>
- [59] SKLADNIK.CZ - *GRUNDFOS čerpací stanice MSS.11.1.2 1X230V / 97901037* [online]. 2014 [cit. 2016 - duben - 29] Dostupné z: [http://www.skladnik.cz/index.php?route=product/product&product\\_id=19438](http://www.skladnik.cz/index.php?route=product/product&product_id=19438)
- [60] GRUNDOFS – *Výkonová křivka MSS.11.1.2 – 97901037* [online]. 2013 [cit. 2016 - duben - 29] Dostupné z: <http://product-selection.grundfos.com/product-detail.product-detail.html?freq=50&lang=CSY&productnumber=97901037&qcid=101797998>
- [61] BAULINKS - *Neue Kondensat-Hebeanlage von Grundfos meistert pH-Werte unter 2,5* [online]. 2012 [cit. 2016 - duben - 29] Dostupné z: <http://www.baulinks.de/webplugin/2012/i/0285-grundfos1.jpg>
- [62] UNT – *Filtrace dešťové vody* [online]. 2016 [cit. 2016 - duben - 29] Dostupné z: [http://www.belis.cz/editor/filestore/Image/voda/filtr/sachtovy\\_externi1.jpg](http://www.belis.cz/editor/filestore/Image/voda/filtr/sachtovy_externi1.jpg)

- [63] PREFA BRNO – *Pravoúhlé nádrže vysoké* [online]. 2013 [cit. 2016 - duben - 29] Dostupné z: <http://www.prefa.cz/produkty/ekologie-nadrze/pravouhle-nadrze-0>
- [64] SIFONE HL ABLAUF - *HL715.2* [online]. 2014 [cit. 2016 - duben - 29] Dostupné z: <http://eshop.best.cz/pictureprovider.aspx?z=680&path=c:/abra/web/userdata/images/storecards/HL715.2/HL710x2B.jpg>
- [65] TECHEM – *Mokroběžné vodoměry* [online]. 2016 [cit. 2016 - duben - 29] Dostupné z: [http://www.techem.cz/fileadmin/cz/pdf/techem.cz/margin/01\\_Produkty\\_sluzby/04\\_Pristroje/BV\\_vario\\_radio\\_3\\_R40.pdf](http://www.techem.cz/fileadmin/cz/pdf/techem.cz/margin/01_Produkty_sluzby/04_Pristroje/BV_vario_radio_3_R40.pdf)
- [66] IVAR.CS – *Čerpadla 2KVC* [online]. 2015 [cit. 2016 - duben - 29] Dostupné z: <http://www.ivarcs.cz/cz/ats-se-2-vertikalnimi-cerpadly-typu-2-kvc>
- [67] AQUA SYSTEM - *Řada AQUA - tlaková nádoba* [online]. 2015 [cit. 2016 - duben - 29] Dostupné z: <http://www.aquasystem.cz/images/navrh03.gif>
- [68] TZB.INFO - *Tepelná ztráta potrubí s izolací kruhového průřezu* [online]. 2013 [cit. 2016 - duben - 29] Dostupné z: <http://vytapeni.tzb-info.cz/tabulky-a-vypocty/44-tepelna-ztrata-potrubu-s-izolaci-kruhoveho-prurezu>
- [69] Plotěný, Ing. Karel, Bartoník, Ing. Adam. Čištění šedých vod a možnost využití energie z nich. In *Asio*[online]. 1.vydání. 2012 [cit. 2016-02-03]. Dostupné z WWW: <http://www.asio.cz>
- [70] Kalinová Silvie Suché pisoáry z pohledu správy a uživatelů. In *TZB-info* [online]. [cit. 2016-02-03]. Dostupné z WWW: [www.tzb-info.cz](http://www.tzb-info.cz)

### **Ostatní použité internetové zdroje**

[www.naklo.cz](http://www.naklo.cz)  
[www.tzbinfo.cz](http://www.tzbinfo.cz)  
[www.meibes.cz](http://www.meibes.cz)  
[www.product-selection.grundfos.com](http://www.product-selection.grundfos.com)  
[www.kanalizacezplastu.cz](http://www.kanalizacezplastu.cz)  
[www.aquasystem.cz](http://www.aquasystem.cz)  
[www.usbf.cz](http://www.usbf.cz)  
[www.jika.cz](http://www.jika.cz)  
[www.kanalizacezplastu.cz](http://www.kanalizacezplastu.cz)  
[www.wavin.com](http://www.wavin.com)  
[www.alcaplast.cz](http://www.alcaplast.cz)  
[www.norma-frydlant.cz](http://www.norma-frydlant.cz)  
[www.hezkakoupelna.cz](http://www.hezkakoupelna.cz)  
[www.geberit.cz](http://www.geberit.cz)  
[www.junkers.cz](http://www.junkers.cz)  
[www.paroc.cz](http://www.paroc.cz)  
[www.aquasystem.cz](http://www.aquasystem.cz)  
[www.roto.si](http://www.roto.si)  
[www.koupelny123.cz](http://www.koupelny123.cz)  
[www.hutterer-lechner.at/cs](http://www.hutterer-lechner.at/cs)  
[www.mirelon.com](http://www.mirelon.com)  
[www.random.cz](http://www.random.cz)  
[www.polyphon.de](http://www.polyphon.de)  
[www.sehaz.cz](http://www.sehaz.cz)  
[www.sanha.cz](http://www.sanha.cz)  
[www.tzb.fsv.cvut.cz](http://www.tzb.fsv.cvut.cz)

## Seznam použitých zkratek a symbolů

NP	nadzemní podlaží
PP	podzemní podlaží
HDPE	vysokohustotní polyetylen
PP-R	polypropylen
PP-R GFR	Vícevrstvý polypropylen firmy Pipelife
PVC	polyvinylchlorid
SDR	tlaková řada
PN	tlaková řada
TV	teplá voda
SV	studená voda
PV	požární voda
CV	cirkulační voda
UV	užitková voda
DN	jmenovitý průměr
HUP	hlavní uzávěr plynu
NTL	nízkotlaký
ATS	automatická tlaková stanice
RŠ	revizní šachta
KK	kulový kohout
VK	vypouštěcí kohout
EA	typ ochranné jednotky
NP	nadzemní podlaží
HVŠ	hlavní vstupní šachta
ZTI	Zdravotní technické instalace
ČOV	Čistírna odpadních vod
ZP	Zařizovací předmět
TZB	Technické zařízení budov
Např.	Například
ŽB	Železobeton

Pozn: Seznam symbolů a zkratek pro oddíl C.2) *Výkresová dokumentace* je uveden vždy v legendě příslušného výkresu.

## Použitý software

Autodesk Autocad 2010  
Microsoft Word 2010  
Microsoft Excel 2010  
Adobe Photoshop  
PDFtoJPG inverter