

**ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE**

**FAKULTA STAVEBNÍ**

**KATEDRA TECHNICKÝCH ZAŘÍZENÍ BUDOV**



**WELLNESS CENTRUM - VNITŘNÍ VODOVOD**

**A OHŘEV TV**

**BAKALÁŘSKÁ PRÁCE**

**Vypracovala:**

**Lucie Kyselová**

**Vedoucí práce:**

**doc. Ing. Vladimír Jelínek, CSc.**

**2018/2019**



ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE

Fakulta stavební

Thákurova 7, 166 29 Praha 6

## ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

### I. OSOBNÍ A STUDIJNÍ ÚDAJE

Příjmení: Kyselová	Jméno: Lucie	Osobní číslo: 438162
Zadávající katedra: Katedra technických zařízení budov (K11125)		
Studijní program: Stavební inženýrství (B3651)		
Studijní obor: Konstrukce pozemních staveb (3608R008)		

### II. ÚDAJE K BAKALÁŘSKÉ PRÁCI

Název bakalářské práce: Wellness centrum - vnitřní vodovod a ohřev TUV	
Název bakalářské práce anglicky: Wellness center - internal water supply and hot water heating	
Pokyny pro vypracování:	
Studijní část: hygienické požadavky, interní mikroklima, normová kritéria a způsob ohřevu vody	
Projektová část: zpracovaná na stupni DPS - bilance spotřeby vody, zásobování vodou, návrh zařízení a trasy rozvodů, zdroj teplé vody, výkresová část, dimenzování a hydraulické posouzení, technická zpráva a technické listy od použitých zařízení	
Seznam doporučené literatury:	
Kabele a kol. : Energetické a ekologické systémy 1, ČVUT, 2005	
Valášek a kol. : Zdravotně-technické instalace, Jaga, 2001	
Jméno vedoucího bakalářské práce: doc. Ing. Vladimír Jelínek, CSc.	
Datum zadání bakalářské práce: 20.2.2019	Termín odevzdání bakalářské práce: 26.5.2019
<i>Údaj uveďte v souladu s datem v časovém plánu příslušného ak. roku</i>	
Podpis vedoucího práce	Podpis vedoucího katedry

### III. PŘEVZETÍ ZADÁNÍ

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

22.2.2019	
Datum převzetí zadání	Podpis studenta(ky)

Prohlašuji, že jsem svoji bakalářskou práci vypracovala samostatně s použitím uvedené literatury a podkladů pod vedením doc. Ing. Vladimíra Jelínka, CSc.

V Praze dne: .....

.....

*Lucie Kyselová*

Chtěla bych poděkovat vedoucímu mé bakalářské práce doc. Ing. Vladimíru Jelínkovi, CSc. za cenné rady a věnovaný čas, který mi během mé práce věnoval. Zároveň bych chtěla poděkovat rodičům za podporu při studiu.

## **Anotace**

Předmětem této bakalářské práce je návrh vnitřního vodovodu a ohřevu TV ve Wellness Centru v Liberci. Ve studijní části jsou vypsány normové zásady, hygienické předpisy a zdroje vody. V projektové části jsou navrženy dimenze vnitřního vodovodu, návrh ohřevu TV, výpočet bilance potřeby vody a hydraulické posouzení vodovodního potrubí dle platných vyhlášek a norem.

## **Klíčová slova**

Vnitřní vodovod, příprava TV, zdroje vody, bilance potřeby vody, tepelné čerpadlo, solární kolektory

## **Annotation**

The subject of this bachelor thesis is the proposal of the internal water pipeline and heating of TV in the Wellness Center in Liberec. In the study part, the standardized principles, hygienic regulations and water resources are listed. In the project part, the dimensions of internal water pipeline, plan of heating of TV, calculation balance of the necessity of water and hydraulic evaluation of the water pipeline are designed according to valid regulations and norms

## **Keywords**

Indoor water supply, TV preparation, water sources, water needs balance, heat pump, solar collectors

# Obsah

1.	Úvod.....	8
2.	Hygienické požadavky.....	9
2.1	Kontrola jakosti vody.....	9
2.2	Stanovení intenzity recirkulace vody.....	9
2.3	Mikroklimatické podmínky.....	10
2.4	Hygienické požadavky na plavecké a koupelové bazény.....	11
2.5	Šatny umělých koupališť a saun.....	11
2.6	Sprchy a záchody umělých koupališť a saun.....	11
2.7	Úklid.....	11
2.8	Prohřívárna sauny.....	12
2.9	Ochlazovna sauny.....	12
2.10	Odpočívárna sauny.....	13
2.11	Mikroklimatické podmínky saun.....	13
2.12	Čištění a úklid sauny.....	13
3.	Výpočtové vztahy.....	14
3.1	Bilance potřeby vody.....	14
3.1.1	Průměrná denní potřeba vody.....	14
3.1.2	Maximální denní potřeba vody.....	15
3.1.3	Maximální hodinová potřeba vody.....	15
3.2	Výpočtový průtok vnitřního vodovodu.....	15
3.2.1	Obytné budovy.....	16
3.2.2	Ostatní budovy s převážně rovnoměrným odběrem vody.....	16
3.2.3	Ostatní budovy s převážně hromadným a nárazovým odběrem vody.....	16
3.3	Tlakové ztráty ve vnitřním vodovodu.....	18

3.3.1	Hydraulické posouzení potrubí vnitřního vodovodu .....	18
3.3.2	Tlakové ztráty v potrubí .....	19
3.4	Návrh zásobníku TV .....	19
3.4.1	Potřeba TV za časovou periodu $V_{2p}$ .....	19
3.4.2	Potřeba tepla odebraného z ohřívače $E_{2p}$ .....	20
3.4.3	Velikost zásobníku .....	21
4.	Normová kritéria .....	23
4.1	Požadavky na přípravu TV dle ČSN 06 3320/2006Sb. ....	23
4.2	Požadavky vyhlášky č. 252/2004 zákona č. 258/2000 Sb. ....	24
4.3	Rychlost prodění pitné vody dle ČSN 75 5455 .....	24
5.	Způsob ohřevu vody .....	25
5.1	Tepelné čerpadlo .....	25
5.2	Solární kolektory .....	26
6.	Zásobování objektů vodou .....	29
6.1	Získávání vody .....	29
6.2	Zásobní vodovodní sítě .....	29
6.3	Zásobování objektu vodou .....	29
6.4	Přípojka .....	30
7.	Materiál pro vnitřní vodovody .....	30
7.1	Materiál vodovodního potrubí .....	30
7.2	Spojování plastového potrubí .....	31
7.3	Tepelná izolace plastového potrubí .....	31
8.	Závěr .....	32
9.	Seznam použité literatury a podkladů .....	33
10.	Seznam příloh .....	35

# 1. Úvod

Předmětem této bakalářské práce je návrh vnitřního vodovodu a ohřevu TV ve Wellness Centru v Liberci. Práce je rozdělena na studijní a projektovou část. Projektová část je zároveň rozdělena na technickou zprávu, výpočty, výkresy a projekční podklady.

Ve studijní části bakalářské práce se řeší hygienické požadavky ve vnitřním prostředí objektu Wellness Centra, tj. šatny, sprchy, sauny, plavecký bazén, vířivka, odpočívárna, atd. Stanovení intenzity recirkulace vody, mikroklimatické požadavky, osvětlení a vnitřní ovzduší bazénové haly, mikroklimatické podmínky a osvětlení sauny. Dle hygienických požadavků je určena bilance potřeby vody (průměrná denní potřeba vody, maximální denní potřeba vody, maximální hodinová potřeba vody). Dále jsou uvedeny výpočtové vztahy z normových předpisů, tj. výpočet výpočtového průtoku, hydraulické posouzení nejdelšího úseku potrubí vnitřního vodovodu, bilance potřeby vody, výpočet přípravy TV, což znamená potřeba TV za časovou periodu, velikost zásobníku, potřeba tepla odebraného z ohříváče a celková roční potřeba tepla. Dále se řeší materiály pro vnitřní vodovody a jejich spojování. Jaké jsou zdroje vody a příprava TV.

V projektové části bakalářské práce se řeší návrh vnitřního vodovodu a způsob ohřevu TV, který je zpracovaný na stupni dokumentace pro provádění stavby. Součástí projektu je technická zpráva, ve které je vypočtena bilance potřeby vody, způsob zásobování objektu vodou, popis vnitřního vodovodu, tj. ležatý rozvod, stoupací potrubí, přípojovací potrubí a požární potrubí, dále zdroj teplé vody a návrh solárních kolektorů a tepelného čerpadla.



## 2. Hygienické požadavky

Hygienické požadavky jsou důležitým kritériem, při návrhu budov. Budovy, kde se lidé zdržují, musí být hygienicky nezávadné. Řídí je vyhláška 238/2011 o stanovení hygienických požadavků na koupaliště, sauny a hygienické limity písku v pískovištích venkovních hracích ploch.

### 2.1 Kontrola jakosti vody

Tabulka 1 - Kontrola jakosti vody umělého koupaliště [2]

Kontrolovaný ukazatel	Četnost kontroly	Vysvětlivky
obsah volného a vázaného chloru (při použití přípravku na bázi chloru), oxidu chloričitého, chlorečnanů, chloritanů a vázaného chloru (při použití oxidu chloričitého), účinné složky jiného dezinfekčního přípravku a k němu příslušných vedlejších produktů dezinfekce (při použití jiných přípravků)	hodinu před zahájením provozu a každou čtvrtou hodinu	1
redox-potenciál	hodinu před zahájením provozu a každou čtvrtou hodinu	1
teplota vody v bazénu	tříkrát denně	1
průhlednost	průběžně, nejméně však tříkrát denně	1
pH	jednou denně	1
zákal	jednou za 14 dnů	1,2
dusičnany	jednou za 14 dní	1,2
celkový organický uhlík (TOC)	jednou měsíčně	3
	jednou za 14 dnů	4,5
ozon	jednou měsíčně	1
mikrobiologické ukazatele: Escherichia coli, počet kolonií při 36°C, Pseudomonas aeruginosa	nejméně jednou měsíčně	3
	nejméně jednou za 14 dnů	4,5
Legionella spp.	jednou za 3 měsíce	3
	jednou měsíčně	4
	jednou za 14 dnů	6
Staphylococcus aureus	jednou za 3 měsíce	3
	jednou měsíčně	4
Absorbance A <sub>254</sub> (1 cm)	kontinuální měření nebo podle potřeby	7

### 2.2 Stanovení intenzity recirkulace vody

Potřebné recirkulované množství vody [m<sup>3</sup>/h] je orientačně určeno podílem z objemu bazénu a teoretickou dobou zdržení vody. Upřesňuje se výpočtem, ve kterém je zahrnuta návštěvnost, účel bazénu a požadovaná jakost vody, technologické a provozní parametry recirkulační úpravy vody. Není-li intenzita recirkulace T zpřesněna prokazatelným a kontrolovatelným výpočtem, pak platí jako limitní hodnoty ty, které jsou uváděny níže v tabulce. [2]

Tabulka 2 - Plavecké bazény [2]

Průměrná hloubka bazénu v metrech	Doba výměny vody (zdržení vody) v hodinách	
	v krytém bazénu	v nekrytém bazénu
0,5	2,0	2,0
1,0	3,0	3,5
2,0	5,0	8,0
3,0	6,0	8,0
3,5	6,5	8,0
4,0	7,0	8,0

Uvedené hodnoty v tabulce platí jako směrné hodnoty.

### 2.3 Mikroklimatické podmínky

Tabulka 3 - Mikroklimatické požadavky, osvětlení a vnitřní ovzduší bazénové haly krytého bazénu a jeho přilehlých prostor [1]

Faktor prostředí	Hala bazénu	Přilehlé prostory pro uživatele (šatny, WC, sprchy, chodby atd.)	Vstupní hala
Intenzita osvětlení	mm. 200 luxů pro rekreační koupání, min. 300 luxů pro plavecký výcvik	200 luxů	100 luxů
Teplota vzduchu	o 1 - 3 °C vyšší než teplota vody v bazénu max. 34 °C	sprchy 24 - 30 °C šatny 20 - 28°C pobytové prostory 22 - 26°C vstupní prostory 20 - 22°C	min. 17 °C
Relativní vlhkost vzduchu	max. 65 %	sprchy max. 85 % ostatní prostory max. 50 %	
Intenzita výměny vzduchu	min. 2x za hodinu	sprchy min. 8x za hodinu šatny 5 - 6x za hodinu ostatní prostory tak, aby vyhovovaly limitním hodnotám relativní vlhkosti vzduchu	min. 1x za hodinu
Trichlor-amin	0,5 mg/m <sup>3</sup> 1)	-	-

Tabulka 4 - Mikroklimatické podmínky a osvětlení sauny [2]

Místo	Výška od podlahy (m)	Min. teplota vzduchu (°C)	Max. teplota vzduchu (°C)	Max. rel. vlhkost vzduchu (%)	Výměna vzduchu	Min. intenzita osvětlení (1x)	Nouzové osvětlení
Chodba	1,6	18	-	50	dvakrát za hodinu	100	+
Šatna	1,6	22	-	50	dvakrát za hodinu	200	+
Prohřívárna <sup>1)</sup>	1,5	-	80	15	-	50	+
	2,0	-	110	-	-		
Vnitřní ochlazovna	-	-	-	70	dvakrát za hodinu	75	+
Vnější ochlazovna	-	-	-	-	-	75	-
Odpočívárna	1,6	23	-	50	dvakrát za hodinu	75	+
Záchod	1,6	20	-	-	50 m <sup>3</sup> na 1 klosetovou mísu	100	-

## **2.4 Hygienické požadavky na plavecké a koupelové bazény**

Musí být zajištěna možnost nárazové dezinfekce veškerého zařízení i bazénové vody. Materiály, které přicházejí do styku s vodou, nesmí negativně ovlivnit jakost vody. Úroveň hladiny vody, nesmí být níže než 30 cm pod úrovní ochozů. V úrovni hladiny vody je zřízen přelivná žlábk a voda se nesmí vracet zpět do bazénu. [2]

## **2.5 Šatny umělých koupališť a saun**

Podlahy a stěny šaten musí být z hladkého, snadno čistitelného materiálu. Podlahy musí mít protiskluzovou úpravu a musí mít dostatečný spád směrem k odvodňovacímu systému. Mezistěny musí být ukončeny alespoň 15 cm nad podlahou, rohy a kouty obvodových stěn musí být zaoblené. Vybavení převlékacích šaten musí být nenasákové a snadno omyvatelné. Skříňky musí být z hladkého, omyvatelného povrchu a musí být dobře větratelné. [2]

## **2.6 Sprchy a záchody umělých koupališť a saun**

Pro 15 návštěvníků musí být alespoň 1 sprcha a v k sauně připadá 1 sprcha na 4 místa v prohřívárně. Sprchy musí být oddělené, pro muže i ženy zvlášť. Stěny musí být opatřeny omyvatelným povrchem (obkladem) do min. výšky 2m. Stropy a stěny nad úrovní obkladů musí být omítnuty omítkou s protiplísňovým přípravkem. Podlaha musí být opatřena protiskluzovou úpravou a ze snadno omyvatelného a dezinfikovatelného materiálu. [2]

## **2.7 Úklid**

Umělá koupaliště a sauny musí být udržovány v čistotě. Záchody včetně sedátek, prostory pro sprchování a šatny musí být proto uklízeny a dezinfikovány podle potřeby, při provozu zařízení minimálně jednou denně. Musí být zřízena úklidová místnost odvětrávaná, vybavená výlevkou s vodovodní baterií pro teplou a studenou vodu. Stěny musí být opatřeny snadno omyvatelným povrchem do výše minimálně 180 cm od podlahy. [2]

## 2.8 Prohřívárna sauny

Prostor prohřívárny na jednu osobu musí být nejméně 2 m<sup>3</sup>. Prohřívárna musí být dobře tepelně izolována s parotěsnou zábranou. Vlastnosti použitých materiálů v prohřívárně se nesmějí vlivem tepla a vlhkosti měnit. Stěny i strop prohřívárny se obkládají materiálem dobře izolujícím teplo a dobře absorbujícím vlhkost, nejlépe kvalitním vyschlým dřevem na povrchu obroušeným, bez smolných ložisek. Dveře jsou z průhledného materiálu nebo se zaskleným okénkem, s dřevěným madlem z obou stran a musí se otvírat ven, bez použití zámkové sklapky. Žádné dřevo v prohřívárně nesmí být impregnováno, napuštěno nebo nalakováno, s výjimkou venkovní plochy dveří a stěn. Podlaha musí být z dobře omyvatelných materiálů s protiskluzovou úpravou a vyspádována k podlahové vpusti. Prohřívárna musí být dostatečně větratelná, s možností regulace. Musí být dostatečně osvětlena a opatřena nouzovým osvětlením. Osvětlovací tělesa musí být umístěna tak, aby nedošlo k ohrožení saunujících se osob. [2]

## 2.9 Ochlazovna sauny

Ochlazovnu tvoří ochlazovací sprchy v kombinaci s ochlazovacím bazénem. Stěny a dno bazénu musí být opatřeny dobře omyvatelným povrchem. Povrch musí být hladký a nepórovitý s protiskluzovou úpravou dna. Během provozu bazénu musí být voda trvale přiváděna ke dnu a odtékat přepadem. Vstup do bazénu musí být opatřen schůdky se zábradlím či vstupním žebříkem s madly. Podlaha v okolí bazénu musí mít protiskluzovou úpravu. Voda v bazénu nebo voda ke sprchování v ochlazovně musí odpovídat požadavkům stanoveným pro bazénovou vodu v umělých koupalištích s výjimkou teploty a musí plnit ochlazovací efekt. Chemický a mikrobiologický rozbor vody se provádí jednou za měsíc. Chemické vyšetření, s výjimkou stanovení obsahu volného chloru u bazénů vybavených dezinfekčním zařízením, není nutné provádět v případě bazénů, v nichž je voda neustále a úměrně návštěvnosti denně obměňována pitnou vodou, a to minimálně 30 l na jednoho návštěvníka sauny, a které jsou denně čištěny a nově naplňovány. V ochlazovacích sprchách, které jsou napojeny na rozvod

pitné vody, není nutno provádět chemický ani mikrobiologický rozbor vody. Voda v bazénu může recirkulovat jen za předpokladu jejího stálého dezinfikování a průběžné obměny vody v množství minimálně 30 l ředící vody na návštěvníka a den. Koncentrace volného chloru musí být udržována v rozmezí 0,3 mg/l až 0,6 mg/l vody a minimálně jedenkrát denně kontrolována. Pokud je ochlazovací bazén vybaven recirkulační úpravnou vody, vztahují se na jeho provoz ustanovení jako na plavecké bazény. [2]

### **2.10 Odpočívárna sauny**

Velikost odpočívárny musí činit minimálně 2 m<sup>2</sup> na jedno místo prohřívárny. Odpočívárna musí být vybavena lehátky nebo křesly v počtu odpovídajícím kapacitě prohřívárny, s omyvatelným povrchem. Podlaha v odpočívárně musí být snadno čistitelná. [2]

### **2.11 Mikroklimatické podmínky saun**

V prohřívárně musí být instalován minimálně jeden teploměr s rozsahem do 130 °C, který musí být umístěn nejméně 1 m od tepelného zdroje, maximálně ve výšce 200 cm nad podlahou. Mikroklimatické podmínky a osvětlení sauny je v tabulce č. 4. [2]

### **2.12 Čištění a úklid sauny**

Nejméně jednou denně, a to zejména po skončení provozu, se musí všechny prostory sauny umýt vodou s čisticím prostředkem a vydezinfikovat. Podlaha a pryčny prohřívárny se musí pravidelně setřít čistou vodou, nejméně dvakrát denně během provozu. Dveře, omyvatelné části stěn, šatnové skříňky a ostatní nábytek, radiátory topení apod. se dezinfikují nejméně jednou za týden. Prohřívárna se čistí, dezinfikuje a větrá zpravidla po skončení provozu a do druhého dne musí zůstat dveře otevřeny. Bazény s recirkulací musí být mechanicky čištěny minimálně jedenkrát týdně. [2]

## 3. Výpočtové vztahy

### 3.1 Bilance potřeby vody

#### 3.1.1 Průměrná denní potřeba vody

$$Q_p = q \cdot n$$

$Q_p$	průměrná denní potřeba vody	[l/den]
$q$	specifická potřeba vody směrnice MVLH č. 9/73	[l/osobu*den]
$n$	počet jednotek (lůžka, osoby)	[osoba]

Tabulka 5 - Specifická potřeba vody pro občanskou a technickou vybavenost [3]

5. Pohostinství, stravování, cestovní ruch		
a) interhotel včetně přidružených provozů (restaurace, garáž, prádelna)	l/lůžko.den	1200
b) hotel s 50 - 100% koupelen u pokojů včetně přidružených provozů	l/lůžko.den	100
c) hotel s koupelnami do 50% příp. se sprchami, včetně přídruž. provozů	l/lůžko.den	500
d) hotely ostatní	l/lůžko.den	150
e) výčepní stolice se stálým průtokem	l/lůžko.den	2000
f) výčep a podávání studených jídel	l/lůžko.den	300
Lázeňská zařízení		
a) s přírodními léčivými zdroji vod	l/lůžko.den	800
b) bez přírodních léčivých zdrojů vod (včetně všech přidružených provozů)	l/lůžko.den	1000
z toho dílčí specifické potřeby:		
c) lázeňské ubytovací objekty s 50 - 100% vybaveností koupelnami (včetně stravovacího komplexu)	l/lůžko.den	500
d) lázeňské ubytovací objekty s 50% vybav. koupelnami (včetně strav. provozu a vyšetř. komplexu)	l/lůžko.den	300
e) vanová lázeň - léčebná, očištění vlastní potřeba	l/procedura	300
f) vanová lázeň dětská	l/procedura	200
g) peloidní koupel (rašelinová, slatinná - bez očištění lázně nebot sprchy)	l/procedura	200
h) subakvální masáž	l/procedura	700 - 1000
i) vířivá lázeň celková (Hubbardova lázeň)	l/procedura	1000 - 1200
j) podvodní střešní lázeň (vč. přídruž. hyg. potřeby - bez potřeby léč. vody)	l/procedura	350
k) potřeba provozní vody vanových balneálních souborů - pol. e) - j) (včetně potřeby vody hyg. zařízení, láz. personálu, úklidové potřeby)	l/procedura	100 - 120
l) vířivá lázeň horních končetin	l/procedura	120
m) vířivá lázeň dolních končetin	l/procedura	300
n) střídavá nožní lázeň	l/procedura	200
o) Hauffeho lázeň	l/procedura	70
p) čtyřkomorová hydrogalvanická lázeň	l/procedura	90
r) vodoléčebná katedra	l/procedura	350
s) sprcha vodoléčebná	l/procedura	150
t) sprcha kapličková	l/procedura	300
u) střešní výplach (včetně přidružené hyg. potřeby, bez potřeby léčivé vody)	l/zařiz. jednotka.směna	1000
v) ústní irigace, inhalace (bez potřeby léčivé vody)	l/zařiz. jednotka.směna	1000
x) léčebné bazény	individ. kalkulace potřeby vody	

### 3.1.2 Maximální denní potřeba vody

$$Q_m = Q_p * k_d$$

$Q_m$	maximální denní potřeba vody	[l/den]
$Q_p$	průměrná denní potřeba vody	[l/ den]
$k_d$	součinitel denní nerovnoměrnosti	[-]

Tabulka 6 - Koeficient denní nerovnoměrnosti podle Směrnice č. 9/1973 [4]

počet obyvatel	$k_d$
do 1 000	1,5
1 000 – 5 000	1,4
5 000 – 20 000	1,35
20 000 – 100 000	1,25
nad 100 000	1,15

### 3.1.3 Maximální hodinová potřeba vody

$$Q_h = Q_m * k_h * z^{-1}$$

$Q_h$	maximální hodinová potřeba vody	[l/hod]
$Q_m$	maximální denní potřeba vody	[l/ den]
$k_h$	součinitel hodinové nerovnoměrnosti	[-]
$z$	doba čerpání vody [24 hodin]	[hod] <sup>-1</sup>

- $k_h$  se určuje na základě charakteru zástavby (1,8 - 2,1)

## 3.2 Výpočtový průtok vnitřního vodovodu

Výpočtový průtok závisí na typu budovy:

obytné budovy

ostatní budovy s převážně rovnoměrným odběrem vody

ostatní budovy s převážně hromadným a nárazovým odběrem vody

### 3.2.1 Obytné budovy

$$Q_D = \sqrt{\sum_{i=1}^m (Q_{Ai}^2 \cdot n_i)} \quad [l/s]$$

$Q_D$  výpočtový průtok [l/s]

$Q_A$  jmenovitý výtok vody [l/s]

$n$  počet výtokových armatur stejného druhu [-]

$m$  počet druhů výtokových armatur stejného druhu [-]

### 3.2.2 Ostatní budovy s převážně rovnoměrným odběrem vody

$$Q_D = \sum_{i=1}^m f_i \cdot Q_{Ai} \cdot \sqrt{n_i} \quad [l/s]$$

$Q_D$  výpočtový průtok [l/s]

$Q_A$  jmenovitý výtok vody [l/s]

$n$  počet výtokových armatur stejného druhu [-]

$f$  součinitel výtoku [-]

$m$  počet druhů výtokových armatur stejného druhu [-]

### 3.2.3 Ostatní budovy s převážně hromadným a nárazovým odběrem vody

$$Q_D = \sum_{i=1}^m \varphi_i \cdot Q_{Ai} \cdot n_i \quad [l/s]$$

$Q_D$  výpočtový průtok [l/s]



$Q_A$	jmenovitý výtok vody	[l/s]
$\varphi$	součinitel současnosti odběru vody	[-]
$n$	počet výtokových armatur stejného druhu	[-]
$m$	počet druhů výtokových armatur stejného druhu	[-]

Tabulka 7 - Jmenovité výtoky ( $Q_A$ ), součinitelé výtoku ( $f$ ) a minimální požadované hydrodynamické přetlaky ( $p_{\min FI}$ ) pro běžné výtokové armatury (ukázka z ČSN 75 5455)0020 [5]

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

Tabulka 8 - Součinitelé současnosti odběru vody ( $\varphi$ ) z výtokových armatur a zařízení stejného druhu [5]

Výtoková armatura pro zařizovací předměty	Součinitelé současnosti $\varphi$
Sprchy	1,0
Léčebná zařízení	1,0 <sup>1)</sup>
Umyvadla, umývací žlaby	0,8 <sup>2)</sup>
Vany, bidety	0,5
Dřezy, výlevky, pitné studánky	0,3
Tlakové splachovače pisoárových mís, nádržkové splachovače	0,2
Tlakové splachovače záchodových mís	0,1

### 3.3 Tlakové ztráty ve vnitřním vodovodu

Tlakové ztráty tvarovek způsobují výkyvy tlaku a teploty vody u výtokových armatur, které jsou pociťovány zejména u sprch při sprchování. Celý problém je však složitější. V České republice se tlakové ztráty ve vnitřním vodovodu počítají podle ČSN 75 5455. Tento příspěvek vysvětluje problematiku tlakových ztrát přívodního potrubí. Při výpočtu tlakových ztrát v potrubí cirkulace teplé vody platí stejné zákonitosti. [6]

#### 3.3.1 Hydraulické posouzení potrubí vnitřního vodovodu

$$p_{\text{dis}} \geq p_{\text{minFL}} + \Delta p_{\text{pe}} + \Delta p_{\text{Pwm}} + \Delta p_{\text{Ap}} + \Delta p_{\text{RF}}$$

$p_{\text{dis}}$  dispoziční přetlak na začátku posuzovaného potrubí, určuje správce vodovodního řadu [kPa]

$p_{\text{minFL}}$  minimální hydrodynamický přetlak před výtokovou armaturou posuzovaného potrubí [kPa]

$\Delta p_{\text{pe}}$  hydrostatická ztráta - tlaková ztráta způsobena výškovým rozdílem mezi začátkem a koncem posuzovaného úseku potrubí [kPa]

$\Delta p_{\text{Pwm}}$  tlakové ztráty vodoměrů [kPa]

$\Delta p_{\text{Ap}}$  tlakové ztráty napojených zařízení [kPa]

$\Delta_{pRF}$  tlakové ztráty třením a místní ztráty v potrubí [kPa]

### 3.3.2 Tlakové ztráty v potrubí

**Tlakové ztráty třením a místní ztráty**

$\Delta_{pRF} = a \cdot \sum (l_j \cdot R_j)$  [kPa]

a součinitel vlivu místních odporů [-]

l délka posuzovaného úseku [m]

R ztráty třením délkové [kPa/m]

**Hydrostatická ztráta**

$\Delta_{pe} = (h \cdot \rho \cdot g) / 1000$  [kPa]

h výška mezi nejnižším a nejvyšším místem vnitřního vodovodu [m]

$\rho$  hustota vody [kg/m<sup>3</sup>]

g tíhové zrychlení (9,81m/s<sup>2</sup>) [m/s<sup>2</sup>]

## 3.4 Návrh zásobníku TV

### 3.4.1 Potřeba TV za časovou periodu $V_{2p}$

Návrh zásobníku TV dle ČSN 06 0320.

**Potřeba teplé vody pro mytí osob**

$$V_o = n_i \cdot \sum_{i=1}^n V_{di} = n_i \cdot \sum_{i=1}^n (n_{di} \cdot U_{3i} \cdot \tau_{di} \cdot P_{di})$$

$V_o$  potřeba teplé vody pro mytí osob [m<sup>3</sup>/den]

$n_i$  počet uživatelů [-]

$V_{di}$  objem dávky v dané periodě [m<sup>3</sup>]

$n_d$	počet dávek	[-]
$U_3$	objemový průtok teplé vody při teplotě $t_3$ do výtoku	[m <sup>3</sup> /h]
$\tau_d$	doba dávky	[h]
$p_d$	součinitel prodloužení doby dávky	[-]

#### Potřeba teplé vody pro úklid a mytí podlah

$$V_u = n_u * V_d \quad [m^3/den]$$

$V_d$	potřeba vody pro úklid a mytí podlah	[m <sup>3</sup> /den]
$n_u$	počet (výměra ploch)	[-]

#### Celková potřeba teplé vody

$$V_{2p} = V_o + V_u \quad [m^3/den]$$

$V_o$	potřeba teplé vody pro mytí osob	[m <sup>3</sup> /den]
$V_d$	potřeba teplé vody pro úklid a mytí podlah	[m <sup>3</sup> /den]

### 3.4.2 Potřeba tepla odebraného z ohříváče $E_{2p}$

$$E_{2p} = E_{2t} + E_{2z} \quad [Wh/den]$$

$E_{2t}$	teoretické teplo pro ohřátí množství $V_{2p}$	[Wh/den]
$E_{2z}$	teplo ztracené při ohřevu a dopravě TV	[Wh/den]

$$E_{2t} = V_{2p} * \rho * c * (t_2 - t_1) \quad [Wh/den]$$

$\rho$	hustota vody	[kg/m <sup>3</sup> ]
$c$	měrná tepelná kapacita vody	[Wh/kg.K]

$t_2$  teplota teplé vody [°C]

$t_1$  teplota studené vody [°C]

$E_{2z} = E_{2t} * z$  [Wh/den]

$z$  ztráta tepla při ohřevu [-]

### 3.4.3 Velikost zásobníku

$$V_z = \frac{\Delta E_{\max}}{\rho \cdot c \cdot (t_2 - t_1)} \quad [m^3]$$

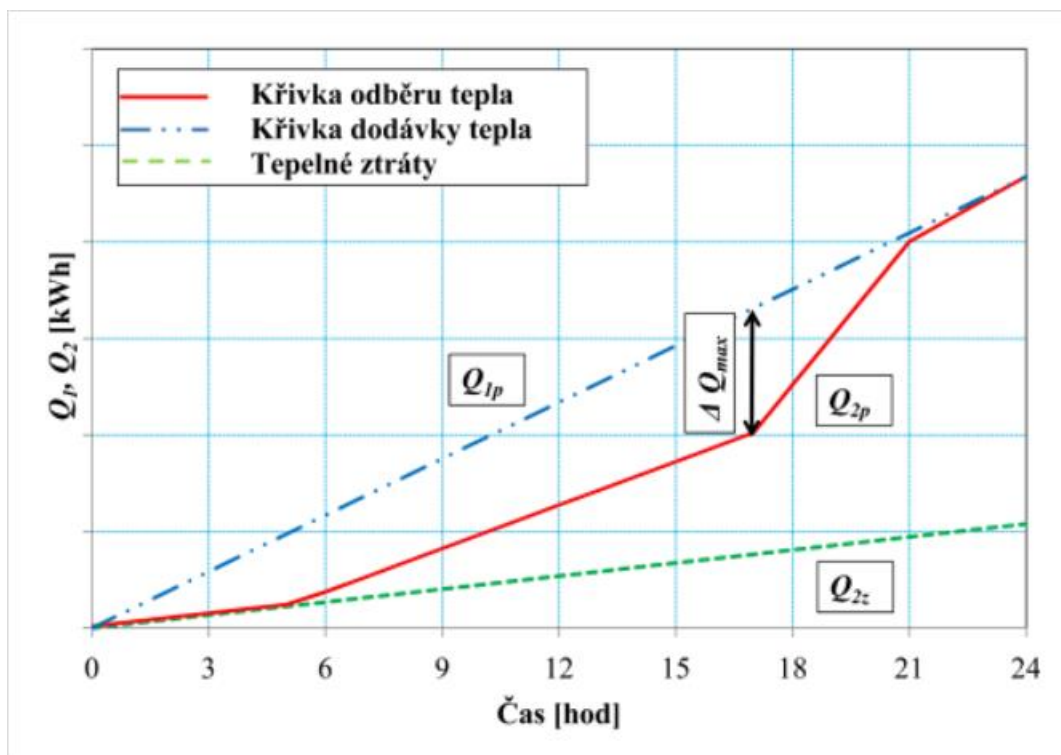
$\Delta E_{\max}$  maximální odběr tepla mezi křivkou dodávky  $Q_1$  a odběru tepla  $Q_2$

$\rho$  hustota vody [kg/m<sup>3</sup>]

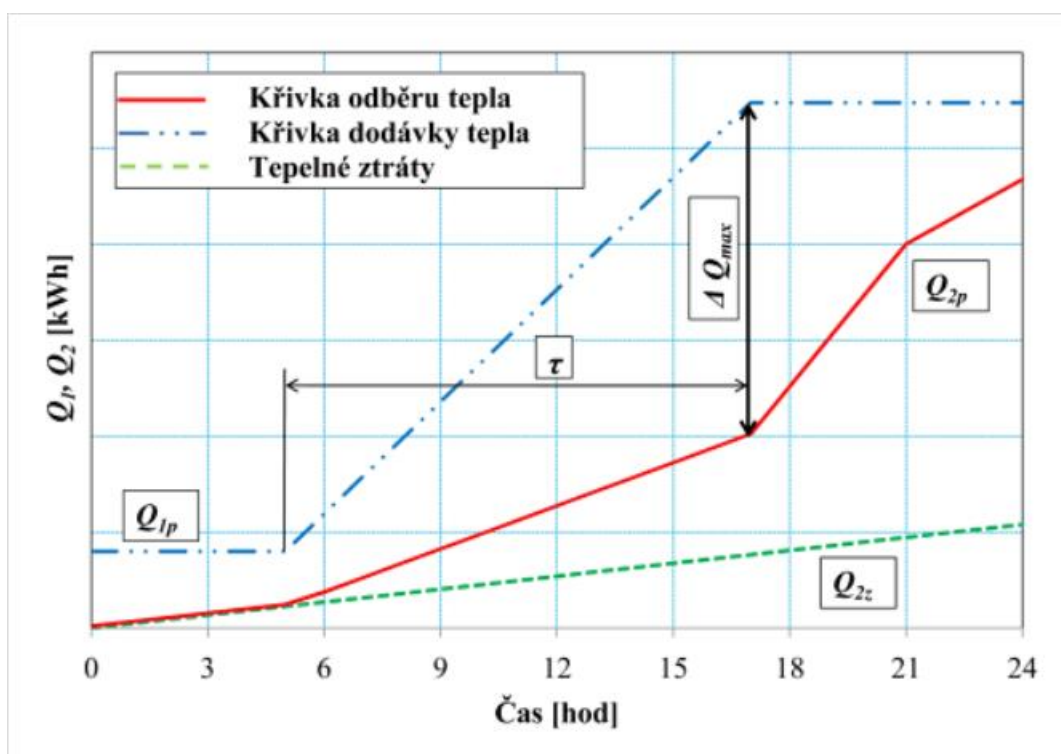
$c$  měrná tepelná kapacita vody [Wh/kg.K]

$t_2$  teplota teplé vody [°C]

$t_1$  teplota studené vody [°C]



Obrázek 1 - Křivky odběru a dodávky tepla s nepřerušovanou dodávkou tepla do zásobníku TV [7]



Obrázek 2 - Křivky odběru a dodávky tepla s časově omezenou dodávkou tepla do zásobníku TV [7]

Křivka dodávky tepla musí být vždy nad křivkou odběru tepla, jinak by nastal nedostatek tepla pro ohřev vody na požadovanou teplotu. Křivky dodávky a odběru

tepla s rostoucím časem neklesají. Sklon tečny k těmto křivkám k časové ose představuje velikost tepelného výkonu. Při nulovém výkonu je průběh křivky vodorovný, při největší strmosti křivky je výkon maximální. [8]

## 4. Normová kritéria

### 4.1 Požadavky na přípravu TV dle ČSN 06 3320/2006Sb.

Předpokládaná teplota studené vody je 10°C a teplota TV před výtokovou armaturou (před smícháním) 50 - 55°C, výjimkou jsou např. velké kuchyně, školy, restaurace, kde je povolená teplota 45 - 60°C. Tyto teploty mohou být zvyšovány dle potřeby zamezení vzniku bakterií nejméně na 70°C, pokud nehrozí opaření odběratelů. Hlavní problém je zajištění desinfekce rozvodů, na stěnách rozvodů se mohou vytvořit bakterie, které lze desinfikovat pouze prouděním teplé vody po dobu několika minut. [9]

Tabulka 9 - Charakteristiky výtoků podle ČSN 06 0320 [9]

Charakteristiky výtoků						
Parametr	Značka	Jednotka	Baterie			
			umyvadlo	dřez	sprcha	vana
Teplota na výtoku	$t_4$	°C	40	55 – 80 <sup>1)</sup>	40	40
Průtok vody o teplotě $t_4$ na výtoku	$U_v$	$\text{dm}^3 \cdot \text{s}^{-1}$	0,06	0,08	0,095	0,2
		$\text{m}^3 \cdot \text{h}^{-1}$	0,21	0,3	0,34	0,7
Přítok TUV 55°C do výtoku	$U_0$	$\text{dm}^3 \cdot \text{s}^{-1}$	0,04	0,08	0,065	0,13
		$\text{m}^3 \cdot \text{h}^{-1}$	0,14	0,3	0,23	0,47
Tepelný výkon přítoku TUV	$q_v$	kW	7,3	15,7-24,4	12	24,6

Tabulka 10 - Charakteristiky dodávek TV podle ČSN 06 0320 [9]

Potřeba TV o teplotě $t_3 = 55^\circ \text{C}^{1)}$					
Činnost	Doba dodávky $t_d$		Objem dávky $V_d$		Teplo v dávce $E_2$
	sec	hod	$\text{dm}^3$	$\text{m}^3$	kWh
Mytí osob	50	0,014	2	0,002	0,1
Umyvadlo $U_o = 0,14 \text{ m}^3 \cdot \text{h}^{-1}$					
mytí rukou					
mytí těla	260	0,071	10	0,01	0,52
Sprcha $U_o = 0,23 \text{ m}^3 \cdot \text{h}^{-1}$	400	0,11	25	0,025	1,32
Vana $U_o = 0,47 \text{ m}^3 \cdot \text{h}^{-1}$	300	0,085	40	0,04	2,1
(délka vany 1600 mm)	610	0,17	80	0,08	4,2
Mytí nádobí	$U_o = 0,30 \text{ m}^3 \cdot 4 \text{ h}^{-1}$		1	0,001	0,05
Pouze výdej jídel	$t_4 = 55 \text{ až } 80^\circ \text{C}$				
Vaření + výdej	na jedno jídlo		2	0,002	0,1
Mytí podlahy + úklid	$U_o = 0,30 \text{ m}^3 \cdot \text{h}^{-1} t_4 = 55^\circ \text{C}$ na $100 \text{ m}^2$		20	0,02	1,05

## 4.2 Požadavky vyhlášky č. 252/2004 zákona č. 258/2000 Sb.

K největšímu výskytu bakterie dojde v teplé vodě o teplotě  $35\text{-}42^\circ \text{C}$ , bakterie přežívá až do  $55^\circ \text{C}$ . Jsou to teploty, kde se využívá zásobníkový ohřev. Zvláště místa, kde je voda stojící či pomalu proudící je náchylná k množení bakterií. Z těchto míst se pak bakterie legionelly mohou rozšířit do celého systému. Výhoda je teplá voda připravená průtokovým způsobem, jelikož se okamžitě spotřebuje. Je nutné zamezit nárůstu bakterií, aby nedošlo ke zdravotním komplikacím. Jako ochrana se používá chemická desinfekce chlorováním, ale tím rychleji koroduje potrubí. [10]

## 4.3 Rychlost prodělení pitné vody dle ČSN 75 5455

Tabulka 11 - Nejvyšší a nejnižší doporučené průtočné rychlosti [12]

Typ potrubí		$v \text{ (m}\cdot\text{s}^{-1}\text{)}$	
		Nejnižší doporučená	nejvyšší
Výpočtový průtok dle 1), 2) a 3)	Měděné	0,5	2,0
	Ocelové pozinkované		1,7
	Plastové nebo s vnitřním plastovým povrchem		3,0
	Z nerezavějící oceli		2,0
Cirkulační nebo přírodní dle 1),2),3) ale při nepřetržitém odběru delším jak 30 min.	Plastové nebo s vnitřním plastovým povrchem	0,3	1,5
	Ocelové pozinkované		0,8
	Z nerezavějící ocel		1,0
	Měděné		0,5



## 5. Způsob ohřevu vody

### Ohřev vody se dělí na:

Podle způsobu předávání tepla:	přímý a nepřímý
Podle místa ohřevu:	místní, centrální a dálkový
Podle konstrukce zařízení:	akumulační, průtočný
Podle způsobu ohřevu:	jednostupňový a vícestupňový
Podle zdroje energie:	elektrický, plynový, na tuhá paliva a solární energie

### 5.1 Tepelné čerpadlo

Tepelná čerpadla jsou zařazena do alternativních zdrojů energie, jelikož jsou schopni odebírat teplo z okolního prostředí (vody, vzduchu nebo země) a převádět ho na vyšší teplotní hladinu a následně ho využít pro vytápění nebo přípravu teplé vody. Pro přečerpání tepla na vyšší teplotní hladinu je potřeba dodat určité množství energie. [13]

#### Tepelné čerpadlo se dělí na:

Vzduch / voda  
Země / voda s horizontálním výměníkem  
Země / voda se svislým zemním vrtem  
Voda / Voda

#### Výhody a nevýhody:

<u>Vzduch / voda</u> -	výhody -	nejlevnější možnost změny umístění
	nevýhody -	zimní provoz (horší COP) velký rozdíl výkonu v létě a zimě konstrukčně složitější zařízení nutno řešit odtávání námrazy na výparníku

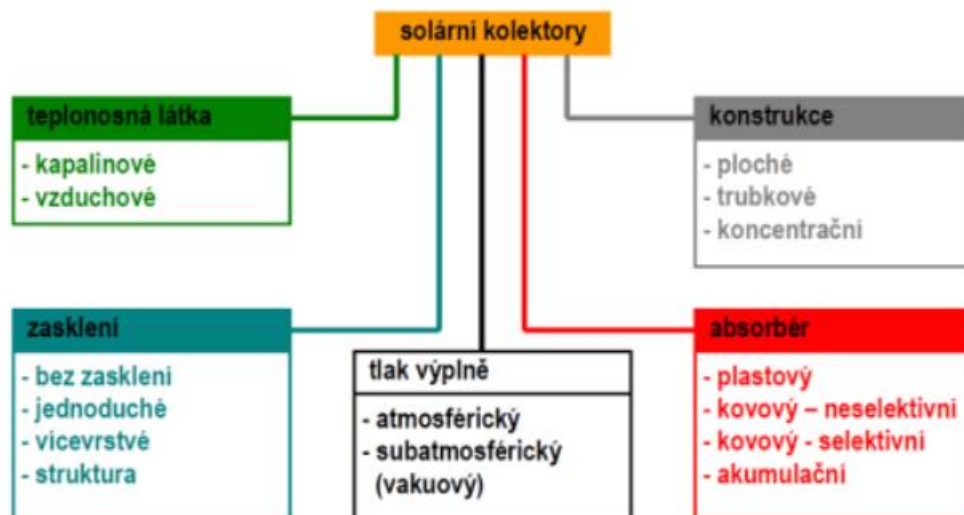
<u>Země / voda s hor. v.</u> -	výhody -	téměř stáله podmínky (COP) levnější než provedení s vrtem
	nevýhody -	potřeba větší plochy pro instalaci horizontálního výměníku kolísá teplota
<u>Země / voda se sv. z. v.</u> -	výhody -	stáله podmínky (dobré COP) možnost pasivního chlazení
	nevýhody -	větší investiční náklady na tepelné čerpadlo a vrt
<u>Voda / voda</u> -	výhody -	stáله pracovní podmínky (vyšší COP)
	nevýhody -	výskyt vhodných zdrojů

Tepelné čerpadlo obsahuje čtyři základní části chladicího okruhu: výparník, kompresor, kondenzátor a expanzní ventil. Odebrané venkovnímu prostředí se ve výparníku předává pracovní látce (kapalnému chladivu) při relativně nízké teplotě. Zahřátím chladiva dojde k jeho odpaření a páry jsou následně stlačeny v kompresoru na vysoký tlak. Stlačené chladivo je přiváděno do kondenzátoru, kde při kondenzaci předává teplo do topné vody za vyšší teploty, než bylo teplo ve výparníku odebráno. V expanzním ventilu se cyklus uzavírá a dochází ke snížení tlaku chladiva na původní hodnotu ve výparníku. [13]

Topný faktor COP = určuje účinnost tepelného čerpadla

## 5.2 Solární kolektory

Solární kolektor je zařízení určené k pohlcení slunečního záření a jeho přeměně na tepelnou energii, která je předávána teplotonosné látce (voda, nemrzoucí směs vody a propylenglykolu, protékající kolektorem. [14]

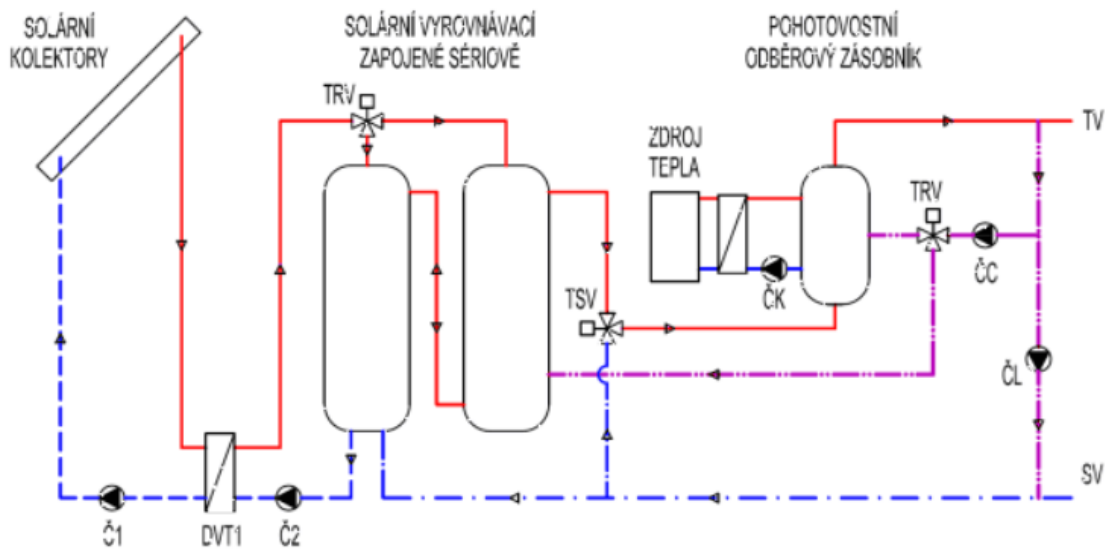


Obrázek 3 - Rozdělení solárních kolektorů [14]

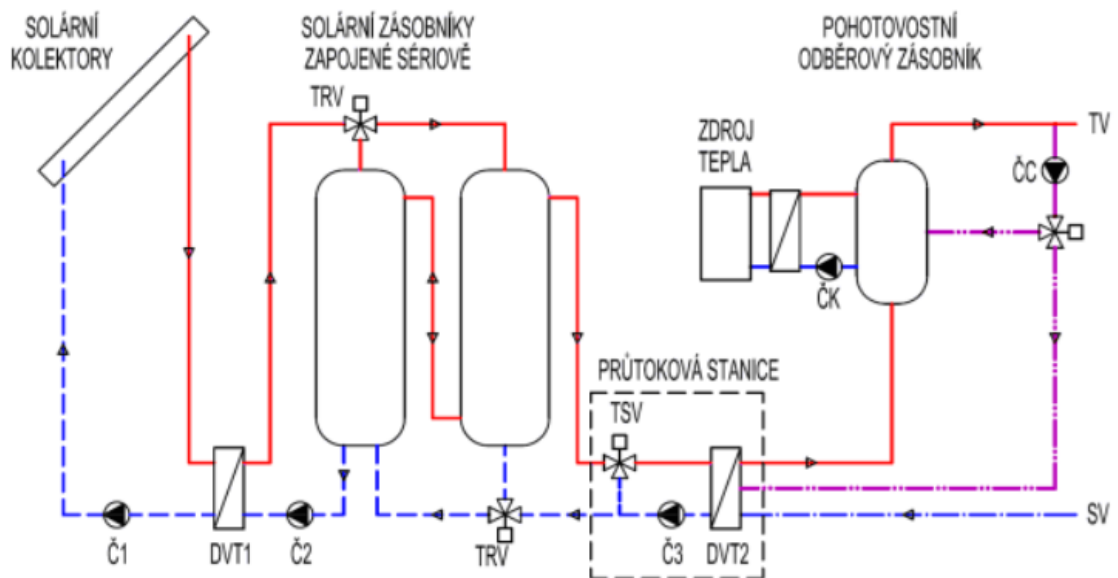
### Solární kolektory se dělí na:

- plochý nekrytý kolektor
- plochý neselektivní kolektor
- plochý selektivní kolektor
- plochý vakuový kolektor
- trubkový jednostěnný vakuový kolektor
- trubkový dvojtěnný (Sydney) vakuový kolektor
- soustředující (koncentrační) kolektor

Využití sluneční energie pro přehřev a přípravu teplé vody je výhodné vzhledem k celoročně přibližně konstantní spotřebě tepla. Solární systémy pro přípravu teplé vody proto mají dobrou využitelnost, jsou rozšířené a známé a veřejností jsou vnímány jako smysluplné opatření. [14]



Obrázek 4 - Schéma velkoplošné solární soustavy pro přípravu teplé vody se zásobníky teplé vody [15]



Obrázek 5 - Schéma velkoplošné solární soustavy pro přípravu teplé vody se zásobníky tepla [15]

## 6. Zásobování objektů vodou

### 6.1 Získávání vody

Pitná voda může být získána z jímacího zařízení, z vodního toku nebo nádrže. Voda může být získávána ze studen, které se dělí na šachtové a vrtané. Šachtové studny jsou vhodné pro čerpání menšího množství vody a dále se dělí na studny kopané a spouštěné. Vrtané studny jsou určeny do větších hloubek (>20m). Podle účelu se dělí studny na veřejné, neveřejné, domovní a požární. Studny musí být situovány v neznečištěném prostředí a od zdrojů znečištění musí mít určitou vzdálenost. [15]

Veřejné studny:	veřejně přístupná pro obyvatelstvo
Neveřejná studna:	veřejně nepřístupná, která zásobuje jednotlivé objekty vodou
Domovní studna:	neveřejná, zásobuje jednu domácnost (více domácností jen výjimečně)
Požární studna:	studna, která umožňuje použití pro rychlý požární zásah, musí splňovat určité podmínky

### 6.2 Zásobní vodovodní síť

Dělí se na větvené, okružové a kombinované. Okružová síť umožňuje zásobení vodou ze dvou stran a tím je výhodnější než větvená. [15]

### 6.3 Zásobování objektu vodou

Objekt může být zásobován buď z veřejného vodovodu, nebo z místního zdroje, případně ze dvou zdrojů. Za místní zdroj většinou považujeme studnu. K čerpání vody ze studny se navrhuje vodárna s otevřenou nebo uzavřenou nádobou, s čerpadlem ve studni nebo v objektu. [15]

## 6.4 Přípojka

Na veřejnou vodovodní síť se přípojka napojí pomocí odbočky, navrtávkou pomocí navrtávacího pásu bez uzávěru nebo navrtávkou pomocí navrtávacího pásu s uzávěrem. Vodovodní přípojka začíná při napojení na veřejný vodovodní řad a končí před vodoměrem. Jako materiál pro přípojku se používá litina, ocel asfaltojutovaná, polyetylen nebo PVC. Měla by být z jednoho druhu materiálu po celé své délce. Když potrubí prochází stěnou základu, musí se uložit do chráničky. Pokud je přípojka pod nejnižším podlažím, doporučuje se vybudovat montážní šachtu. Vedení přípojky by mělo být přímé, co nejkratší cestou vést k vodovodnímu řadu. Sklon by měl být min 0,3% směrem k vodovodnímu řadu. Min. krytí přípojky je 1,5m pod úrovní terénu, max. 2,2m. [15]

## 7. Materiál pro vnitřní vodovody

### 7.1 Materiál vodovodního potrubí

Materiál vnitřního vodovodu musí splňovat hygienické požadavky na kvalitu pitné vody. Jedná se o veškeré části vnitřního vodovodu (potrubí, tvarovky, armatury, atd.). Volbu materiálu ovlivňují různé faktory (studená voda, teplá voda, požární voda). [16]

Vodovodní potrubí musí splňovat tyto podmínky:

- plynotěsnost po celou dobu životnosti potrubí
- vodotěsnost po celou dobu životnosti potrubí
- bezpečnost provozu po celou dobu životnosti potrubí
- hygienickou nezávadnost
- odolnost materiálu na zkušební přetlak v potrubí
- odolnost materiálu proti teplotním změnám v potrubí
- odolnost materiálu proti mechanickému poškození
- schopnost udržet si původní vlastnosti při stálém tlakovém a teplotním zatížení

- hladký vnitřní povrch (omezení tlakových ztrát)
- jednoduchá montáž, údržba, oprava a výměna

Materiál se dá rozdělit na tři druhy- kovová, silikátová a plastová potrubí.

Tabulka 12 - Srovnání vlastností materiálu na vodovodní potrubí [16]

	Pozinkovaná ocel	Cu	Plasty
<b>Koroze</b>	Ano velmi	Ano nepatrně	Ne
<b>Inkrustace</b>	Ano velmi	Ne	Ne
<b>Životnost</b>	cca 15 let, spíše méně	50 let	50 let
<b>Rychlost proudění</b> doporučená (maximální)	1,0 (1,0)	1,5 (1,6)	1,2 (3,0)
<b>Flexibilita</b>	Ne	Ne	Ano
<b>Šíření hluku</b>	ano	ano	nižší
<b>Hmotnost</b> (orientační)	8,0 g/cm <sup>3</sup>	8,9 g/cm <sup>3</sup>	1,0 g/cm <sup>3</sup>
<b>Délková roztažnost</b> (orientační, u jednotlivých plastů rozdílná!)	0,012 mm/m °C – malá	0,017 mm/m °C – malá	0,13 mm/m °C (sendvič. potrubí 0,05) – velká
<b>Elektrická vodivost</b>	Ano	Ano	Ne
<b>Montáž</b> (u plastů podle druhu)	Tradiční, závitovými spoji	Pájení, závitové spoje	Plastové nebo kovové prvky (lisované spoje, závitové spoje, svařování, lepení)

## 7.2 Spojování plastového potrubí

Varianty spojů plastového potrubí:

- nerozebíratelné - spoje svařované: mechanické spojky lisované, lepené spoje)
- rozebíratelné spoje - spoje svařované: přírubové, závitové, mechanické spojky
- rozebíratelné spoje - polyfuzí, odporovým drátem, kombinované přechodky a přechodky s maticí

## 7.3 Tepelná izolace plastového potrubí

U vnitřního vodovodu je nutné izolovat veškeré potrubí, pro studenou, teplou i cirkulační vodu. [16]

Důvody izolace na potrubí:

- ochrana studeného média proti oteplování
- ochrana teplého média proti tepelným ztrátám
- ochrana proti orosování trubek
- u potrubí vedené pod omítkou umožňuje izolace tepelnou roztažnost potrubí

Materiály izolace: nejčastější jsou plastové návlekové izolační trubice z polyetylenu, méně časté jsou kamenná vlna a pěněné sklo

## 8. Závěr

Cílem této bakalářské práce bylo navrhnout vnitřní vodovod a ohřev TV. Dle vstupních podkladů byly spočítané dimenze vodovodního potrubí, tlakové ztráty a hydraulické posouzení potrubí vnitřního vodovodu. Při výpočtech byly použity hygienické a normové předpisy, které jsou uvedeny ve studijní části. Trasy a dimenze vodovodního potrubí jsou znázorněny ve výkresové části. Studená voda byla zvolena jako větvená soustava a teplá voda cirkulační. Dále je součástí návrh velikosti zásobníku TV a způsob ohřevu TV. Ohřev vody byl zvolen pomocí tepelného čerpadla země / voda za pomoci solárních kolektorů. Vzhledem k životnímu prostředí je tepelné čerpadlo společně se solárními kolektory podle mého nejvhodnější řešení.



## 9. Seznam použité literatury a podkladů

- [1] *Vyhláška č. 1/2016 Sb. Vyhláška, kterou se mění vyhláška č. 238/2011 Sb., o stanovení hygienických požadavků na koupaliště, sauny a hygienické limity písku v pískovištích venkovních hracích ploch, ve znění vyhlášky č. 97/2014 Sb.* [online]. [cit. 2019-05-26].  
Dostupné z: <https://www.zakonyprolidi.cz/cs/2016-1>
- [2] *Vyhláška č. 238/2011 Sb. Vyhláška o stanovení hygienických požadavků na koupaliště, sauny a hygienické limity písku v pískovištích venkovních hracích ploch* [online]. [cit. 2019-05-26].  
Dostupné z: <https://www.zakonyprolidi.cz/cs/2011-238>
- [3] *Projekční podklady a pomůcky - Specifická potřeba vody* [online]. [cit. 2019-05-23].  
Dostupné z: <https://www.citacepro.com/dok/GLTHnuwj7eIHbFuS>
- [4] *Stanovení potřeby vody v případě malých spotřebišť* [online]. [cit. 2019-05-23].  
Dostupné z: <https://voda.tzb-info.cz/vlastnosti-a-zdroje-vody/8156-stanoveni-potreby-vody-v-pripade-malych-spotrebist>
- [5] *Stanovení potřeby vody v případě malých spotřebišť* [online]. [cit. 2019-05-23].  
Dostupné z: <https://voda.tzb-info.cz/normy-a-pravni-predpisy-voda-kanalizace/4694-vypocet-vnitrnich-vodovodu-podle-nove-csn-75-5455>
- [6] *Výpočet vnitřních vodovodů podle nové ČSN 75 5455* [online]. [cit. 2019-05-23].  
Dostupné z: <https://voda.tzb-info.cz/potrubni-trasy-vodovod/6951-tlakove-zraty-ve-vnitrnim-vodovodu>

- [7] *Tlakové ztráty ve vnitřním vodovodu* [online]. [cit. 2019-05-23].  
Dostupné z: <https://voda.tzb-info.cz/priprava-teple-vody/7885-metody-navrhu-zasobniku-teple-vody>
- [8] ČSN 06 0320 - Tepelné soustavy v budovách - Příprava teplé vody - Navrhování a projektování, ČNI, 2006
- [9] *Metody návrhu zásobníku teplé vody* [online]. [cit. 2019-05-23].  
Dostupné z: <https://voda.tzb-info.cz/priprava-teple-vody/14837-legislativni-pozadavky-v-oblasti-pripravy-teple-vody>
- [10] Frolík, Stanislav: Hospodaření s vodou – vlastnosti vody, legionella, úspory vody. (přednáška pro magisterský obor Inteligentní budovy)  
Praha: FSv ČVUT, duben 2012
- [11] ČSN 75 5455 - Výpočet vnitřních vodovodů. Praha ÚNMZ, (2/2014)
- [12] *DIMENZOVÁNÍ POTRUBÍ* [online]. [cit. 2019-05-23].  
Dostupné z: <https://vytapani.tzb-info.cz/tepelna-čerpadla>
- [13] *Tepelná čerpadla* [online]. [cit. 2019-05-23].  
Dostupné z: <https://vytapani.tzb-info.cz/tepelna-čerpadla>
- [14] *Typy solárních kolektorů* [online]. [cit. 2019-05-23].  
Dostupné z: <https://oze.tzb-info.cz/solarni-kolektory/154-typy-solarnich-kolektoru>
- [15] *Solární příprava teplé vody* [online]. [cit. 2019-05-23].  
Dostupné z: <https://oze.tzb-info.cz/solarni-kolektory/140-solarni-priprava-teple-vody>
- [15] PETROVÁ, Markéta. *TECHNICKÁ ZAŘÍZENÍ BUDOV I: Zdravotní technika - přednášky*. Praha: ČVUT, 1994.
- [16] *Materiály pro vnitřní vodovody se zatím v praxi příliš nemění* [online]. [cit. 2019-05-23].  
Dostupné z: <https://voda.tzb-info.cz/materialy-voda-kanalizace/11879-materialy-pro-vnitrni-vodovody-se-zatim-v-praxi-prilis-nemeni>

## **10. Seznam příloh**

### **Projektová část**

- **Technická zpráva**
- **Výpočtová část**
- **Výkresová část**
- **Projekční podklady**