



**VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ**

BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

**FAKULTA STAVEBNÍ**

FACULTY OF CIVIL ENGINEERING

**ÚSTAV POZEMNÍHO STAVITELSTVÍ**

INSTITUTE OF BUILDING STRUCTURES

**OBECNÍ DŮM V SUCHONICÍCH**

MUNICIPAL HOUSE IN SUCHONICE

**D.2.4 – OHŘEV TEPLÉ VODY**

**DIPLOMOVÁ PRÁCE**

MASTER'S THESIS

**AUTOR PRÁCE**

AUTHOR

**Bc. Petr Přidal**

**VEDOUCÍ PRÁCE**

SUPERVISOR

**prof. Ing. MILAN OSTRÝ, Ph.D.**

**BRNO 2024**

# Příprava teplé vody

## 1. Objem zásobníkového ohříváče:

Objem zásobníkového ohříváče

$$V_z = q_{TV,max} \cdot n \cdot k_{TV} \cdot \varphi$$

Objem zásobníkového ohříváče						
Účel provozu	qTV max [l/den]	n [osob, jednotek]	kTV	ψ [-]	Vypočtový objem Vz [-]	Navržený objem Vz [l]
Výčep	40	40	0,14	1,5	336	469
2x Byt 1+kk	60	4	0,21	1,5	75,6	
Klubovny	14	10	0,12	1,5	25,2	
					436,8	
Sál	14	60	0,12	1,5	151,2	208

Tab. 1: Objem zásobníkového ohříváče

## 2. Ztráty na straně vodovodu

$$Q_{cirk} = \sum_{i=1}^m q_i \cdot l_i$$

Ztráty na straně vodovodu					
Výčep	qi [W/m]	L [m]	Qcirk [W]		
Ležaté přívodní	8	16	128		
Stoupací přívodní	7	10	70		
Ležaté cirkulační	8	16	128		
Stoupací cirkulační	7	10	70		
			396	0,396	[kW]
Ztráty na straně vodovodu					
2x Byt 1+kk	qi [W/m]	L [m]	Qcirk [W]		
Ležaté přívodní	8	16	128		
Stoupací přívodní	7	10	70		
Ležaté cirkulační	8	16	128		
Stoupací cirkulační	7	10	70		
			396	0,396	[kW]

Tab. 2: Ztráty na straně vodovodu

### 3. Výkon topné vložky zásobníkového ohřívače

Výkon topné vložky ohřívače

$$Q_z = \frac{V_z \cdot \rho \cdot c \cdot (t_2 - t_1)}{z \cdot 3600} + Q_{cirk} \quad (\text{kW})$$

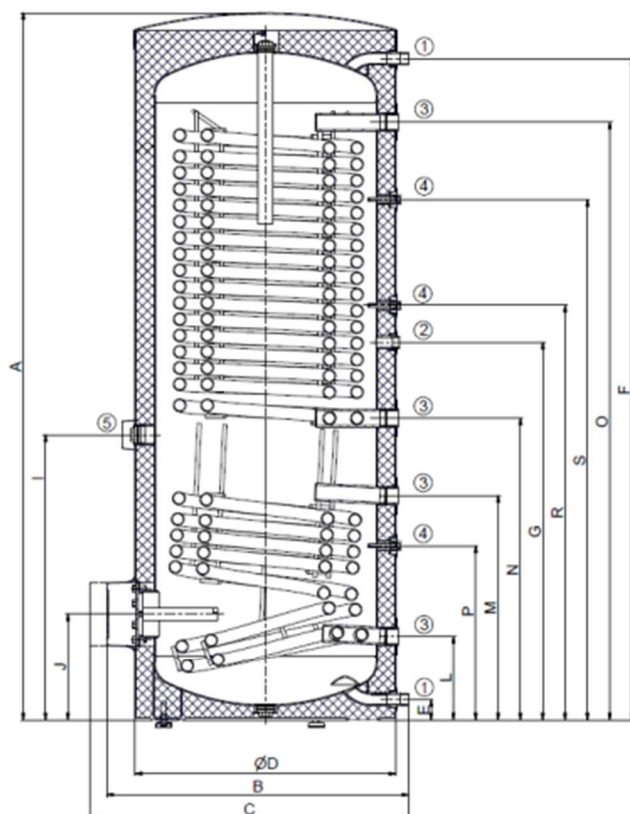
Výkon topné vložky zásobníkového ohřívače							
Účel provozu	V <sub>z</sub> [l]	c [kJ/(kg·K)]	ρ [kg/l]	t <sub>1</sub> [°C]	t <sub>2</sub> [°C]	z [h]	Q <sub>cirk</sub> [kW]
Výčep, byty, klubovny	469	4,2	1	10	55	2	0,396
					Výkon topné vložky [kW]		12,71
Sál	208	4,2	1	10	55	2	0,396
					Výkon topné vložky [kW]		5,86

Tab. 3: Výkon topné vložky zásobníkového ohřívače

## 4. Navržený ohřívač

**Návrh pro výčep, byty, klubovny – OKC 500 NTRR/HP/SOL** – nepřímotopný, stacionární, objem 469 l, 2 výměníky (horní výměník připojený na tepelné čerpadlo, spodní výměník připojený k solárním kolektorům), kombinace s tepelným čerpadlem vzduch/voda a solárními kolektory

**OKC 500 NTRR/HP/SOL**



**Obrázek 2**

①	1" vnější
②	3/4" vnitřní
③	5/4" vnitřní
④	1/2" vnitřní
⑤	6/4" vnitřní

OKC 500 NTRR/HP/SOL	
A	1914
B	812
C	857
D	700
E	55
F	1790
G	1023
I	773
J	288
L	228
M	609
N	818
O	1618
P	473
R	1123
S	1409

*Obr. 1: Zásobníkový ohřívač OKC 500 NTRR/HP/SOL*

## Technické údaje

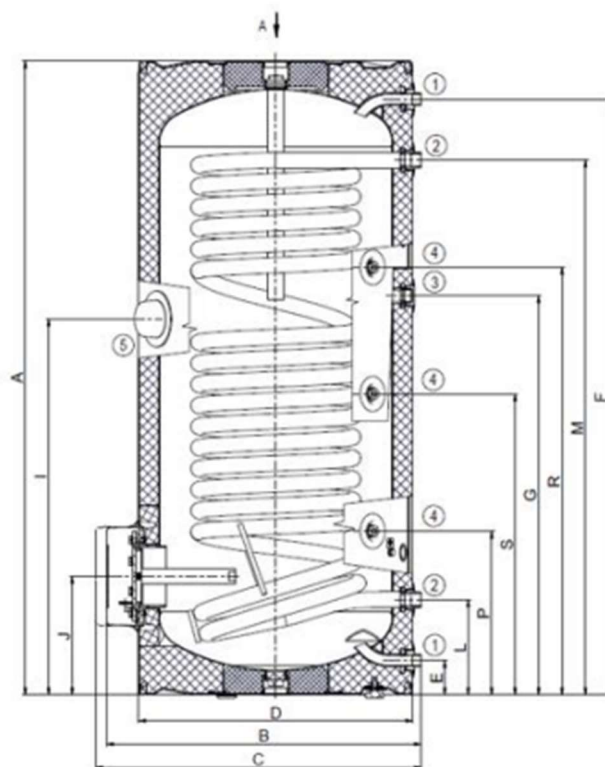
### TECHNICKÉ ÚDAJE

TYP		OKC 400 NTRR/HP/SOL	OKC 500 NTRR/HP/SOL
OBJEM	l	352	469
VÝŠKA	mm	1644	1914
PRŮMĚR	mm	700	700
MAXIMÁLNÍ HMOTNOST BEZ VODY	kg	183	233
MAXIMÁLNÍ PROVOZNÍ PŘETLAK V NÁDOBĚ	bar		10
MAXIMÁLNÍ PROVOZNÍ PŘETLAK VE VÝMĚNÍKU	bar		10
MAXIMÁLNÍ PROVOZNÍ TEPLOTA VE VÝMĚNÍKU	°C		110
MAXIMÁLNÍ PROVOZNÍ TEPLOTA V NÁDOBĚ	°C		80
VÝHŘEVNÁ PLOCHA VÝMĚNÍKU spodní/horní	m <sup>2</sup>	1,4 / 3,1	2 / 4,8
OBJEM VÝMĚNÍKU spodní/horní	l	9 / 19,3	12,3 / 29,7
DOBA OHŘEVU VÝMĚNÍKEM Z 10 °C NA 60 °C (spodním/horním)	min	22 / 32	27 / 26
TŘÍDA ENERGETICKÉ ÚČINNOSTI			C
STATICKÁ ZTRÁTA	W	90	105

Tab. 4: Technické údaje – zásobníkový ohřívač OKC 500 NTRR/HP/SOL

**Návrh pro sál + zázemí – OKC 200 NTR/HP** – nepřímotopný, stacionární, objem 208 l,  
1 výměník, v kombinaci s tepelným čerpadlem vzduch/voda

**OKC 200 NTR/HP**



**Obrázek 1**

OKC 200 NTR/HP		①	3/4" vnější
A	1355	②	1" vnější
B	660	③	3/4" vnitřní
C	710	④	1/2" vnitřní
D	584	⑤	6/4" vnitřní
E	75		
F	1275		
G	855		
I	805		
J	255		
L	205		
M	1145		
P	350		
R	915		
S	645		

*Obr. 2: Zásobníkový ohřívač OKC 200 NTR/HP*

## Technické údaje

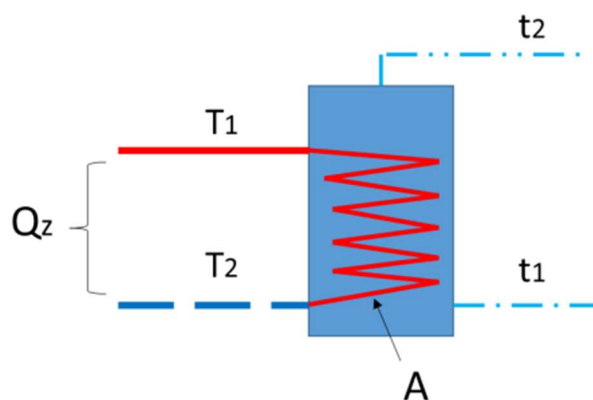
### 1.2.2 TECHNICKÉ ÚDAJE

TYP		OKC 200 NTR/HP	OKC 250 NTR/HP	OKC 300 NTR/HP	OKC 500 NTR/HP
OBJEM	l	208	234	286	469
VÝŠKA	mm	1355	1535	1558	1914
PRŮMĚR	mm	584	584	670	700
MAX. HMOTNOST BEZ VODY	kg	102	119	133	223
MAX. PROVOZNÍ PŘETLAK V NÁDOBĚ	bar		10		
MAX. PROVOZNÍ PŘETLAK VE VÝMĚNÍKU	bar		10		
MAX. TEPLOTA TOPNÉ VODY	°C		110		
MAX. PROVOZNÍ TEPLOTA V NÁDOBĚ	°C		80		
VÝHŘEVNÁ PLOCHA VÝMĚNÍKU	m <sup>2</sup>	2	2,4	2,9	6,4
OBJEM VÝMĚNÍKU	l	13,3	15,6	18,9	39
TŘÍDA ENERGETICKÉ ÚČINNOSTI			C		
STATICKÁ ZTRÁTA	W	82	87	72	105

Tab. 5: Technické údaje – zásobníkový ohřívač OKC 200 NTR/HP

## 5. Posouzení teplosměnné plochy ohřívače

Velikost teplosměnné plochy A (m<sup>2</sup>)



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

$$A = \frac{Q_z}{U \cdot \Delta t}$$

$$\Delta t = \frac{(T_1 - t_2) - (T_2 - t_1)}{\ln \frac{(T_1 - t_2)}{(T_2 - t_1)}} = \frac{(60 - 55) - (40 - 10)}{\ln \frac{(60 - 55)}{(40 - 10)}} = 13,9 \text{ K}$$

### OKC 500 NTRR/HP/SOL

Výkon ohřívače = 12,71 kW, výhřevná plocha horního výměníku = 3,1 m<sup>2</sup>, výhřevná plocha spodního výměníku = 1,4 m<sup>2</sup>

$$A = 12710 / (420 \cdot 13,9) = 2,23 \text{ m}^2 < 3,1 \text{ m}^2 \Rightarrow \text{Ohřívač vyhovuje}$$

### OKC 200 NTR/HP

Výkon ohřívače = 5,86 kW, výhřevná plocha výměníku = 2,0 m<sup>2</sup>

$$A = 5860 / (420 \cdot 13,9) = 1,01 \text{ m}^2 < 2,0 \text{ m}^2 \Rightarrow \text{Ohřívač vyhovuje}$$



## 6. Návrh ohřevu pomocí solárních kolektorů

Pro 1. část objektu

Solární termální kolektor instalace na ploché střeše – 5 ks

Plocha apertury = 2,52 m<sup>2</sup>, výkon = 1,82 kW, sklon 35 °, azimut 30 °



Obr. 3: Termální kolektor

**Zjednodušený výpočtový postup energetického hodnocení solárních soustav podle TNI 73 0302 – 1. část objektu**

### PŘÍPRAVA TEPLÉ VODY

Počet jednotek (osob, míst, lůžek, sprch ap.)	1 jednotek ???
Měrná spotřeba teplé vody na jednotku	600 l/jedn.den ???
Denní spotřeba teplé vody $V_{TV,den}$	600 l/den ???
Snížená spotřeba tepla v letních měsících	<input type="radio"/> Ano ??? <input checked="" type="radio"/> Ne
Teplota studené vody $t_{sV}$ (5 až 18 °C)	15 °C ???
Teplota teplé vody $t_{TV}$ (19 až 95 °C)	55 °C ???
Přirážka na tepelné ztráty při přípravě teplé vody z	Zásobníkový ohřev bez cirkulace ▼ ???
<input type="checkbox"/> Zadat profil odběru teplé vody ???	
	leden    únor    březen    duben    květen    červen    červenec    srpen    září    říjen    listopad    prosinec
$Q_{p,TV}$ [kWh/měs.]	995    899    995    963    995    963    995    995    963    995    963    995

**PARAMETRY SOLÁRNÍCH KOLEKTORŮ - KŘIVKA ÚČINNOSTI JE VZTAŽENA K PLOŠE APERTURY**

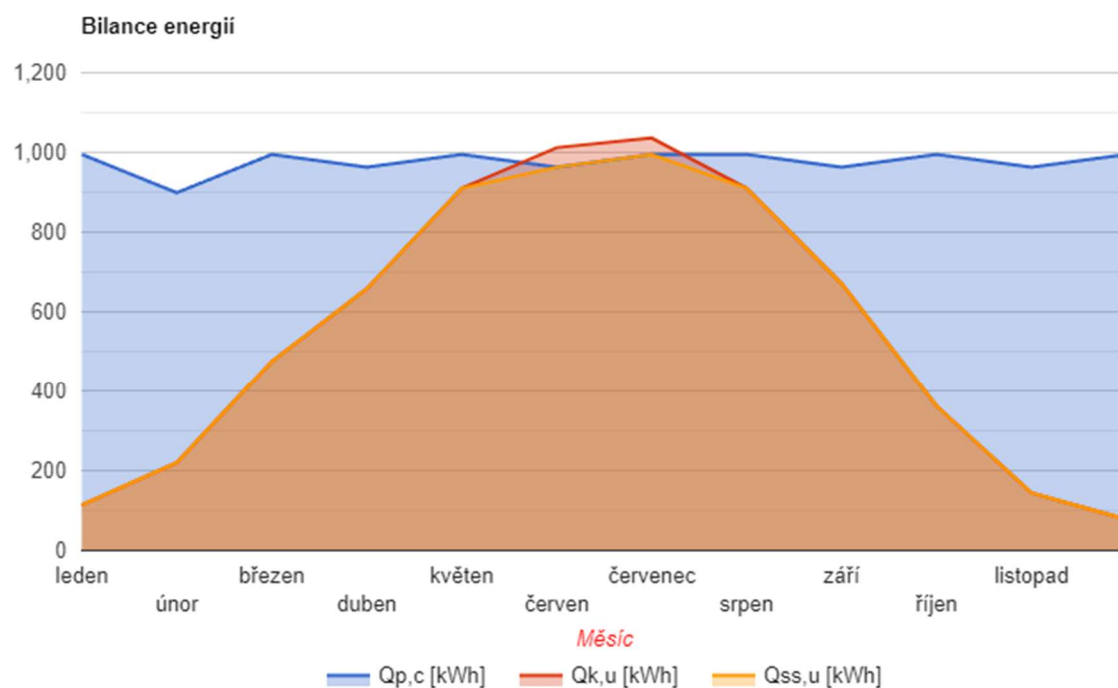
Optická účinnost $\eta_0$ (0 až 1)	<input type="text" value="0.8"/>	???
Lineární součinitel tepelné ztráty kolektoru $a_1$	<input type="text" value="3.1"/>	W/m <sup>2</sup> .K ???
Kvadratický součinitel tepelné ztráty kolektoru $a_2$	<input type="text" value="0.005"/>	W/m <sup>2</sup> .K <sup>2</sup> ???
Počet kolektorů	<input type="text" value="5"/>	ks ???
Plocha apertury solárního kolektoru $A_{k1}$	<input type="text" value="2,52"/>	m <sup>2</sup> ???
Celková plocha apertury kolektorů	<input type="text" value="12.6"/>	m <sup>2</sup>
Střední denní teplota v solárních kolektorech $t_{k,m}$	40 °C - Příprava teplé vody, 35 % < pokrytí < 70 % ▾ ???	
Srážka z tepelných zisků kolektorů vlivem tep. ztrát $p$	Příprava teplé vody, do 10 m2 ▾ ???	
Sklon kolektoru $\beta$	<input type="text" value="30"/>	° ???
Azimut kolektoru $\gamma$ (jih = 0°)	<input type="text" value="30"/>	° ???

měsíc	$n$	$t_{e,p}$	$t_{e,s}$	$G_{T,m}$	$\eta_k$	$H_{T,den}$	$H_{T,měs}$	$Q_{k,u}$	$Q_{p,TV}$	$Q_{p,VYT}$	$Q_{p,BV}$	$Q_{p,C}$	$Q_{ss,u}$
	dny	°C	°C	W/m <sup>2</sup>	-	kWh/m <sup>2</sup> .den	kWh/m <sup>2</sup>	kWh	kWh	kWh	kWh	kWh	kWh
leden	31	-1.5	2.2	329	0.42	0.96	29.8	114	995	0	0	995	114
únor	28	0	3.4	406	0.5	1.72	48.2	220	899	0	0	899	220
březen	31	3.2	6.5	482	0.57	2.95	91.5	475	995	0	0	995	475
duben	30	8.8	12.1	512	0.62	3.88	116.4	658	963	0	0	963	658
květen	31	13.6	16.6	530	0.66	4.92	152.5	910	995	0	0	995	910
červen	30	17.3	20.6	534	0.68	5.44	163.2	1012	963	0	0	963	963
červenec	31	19.2	22.5	526	0.69	5.31	164.6	1036	995	0	0	995	995
srpen	31	18.6	22.6	511	0.69	4.68	145.1	910	995	0	0	995	910
září	30	14.9	19.4	480	0.66	3.72	111.6	671	963	0	0	963	671
říjen	31	9.4	13.8	419	0.6	2.15	66.6	362	995	0	0	995	362
listopad	30	3.2	7.3	343	0.49	1.08	32.4	144	963	0	0	963	144
prosinec	31	-0.2	3.5	300	0.4	0.69	21.4	78	995	0	0	995	78
							1143	6591	11717	0	0	11717	6500

Tab. 6: Parametry

## Balance solární energie

$q_{ss,u}$	516 kWh/m <sup>2</sup> .rok
f	55 % ???
$Q_{ss,u}$	6500 kWh/rok



Obr. 4: Balance solární energie

## **7. Závěr**

Jsou navrženy dva zásobníkové ohřívače OKC 200 NTR/HP a OKC 500 NTRR/HP/SOL. Voda bude ohřívána na 55 °C. Pro případ nedostatku výkonu tepelných čerpadel v zimním období, budou zásobníky opatřeny elektrickou patronou.

Menší zásobník OKC 200 NTR/HP s objemem 208 l vody, bude sloužit pouze pro 2. část objektu (sál, wc). Zásobník bude s jedním výměníkem, napojený bude na tepelné čerpadlo vzduch/voda.

Větší zásobník OKC 500 NTRR/HP/SOL s objemem 469 l vody, bude sloužit pouze pro 1. část objektu (výčep, klubovny, byty). Zásobník bude se dvěma výměníky, napojený bude na tepelné čerpadlo vzduch/voda a na solární termální kolektory.

Celkem je navrženo 5 ks solárních termálních kolektorů, s pokrytím cca 55 %.

## **8. Přílohy**

Viz. Výkres D.2.7.1\_SCHÉMA UMÍSTĚNÍ FVE NA STŘEŠE