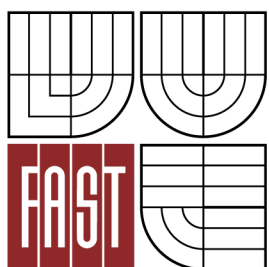




**VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ**  
BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY



**FAKULTA STAVEBNÍ**  
**ÚSTAV TECHNICKÝCH ZAŘÍZENÍ BUDOV**

FACULTY OF CIVIL ENGINEERING  
INSTITUTE OF BUILDING SERVICES

# VYTÁPĚNÍ A PŘÍPRAVA TV POMOCÍ SOLÁRNÍ SOUSTAVY

HEATING AND PREPARING OF DOMESTIC HOT WATER VIA SOLAR SYSTEM

**BAKALÁŘSKÁ PRÁCE**  
BACHELOR'S THESIS

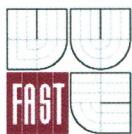
**AUTOR PRÁCE**  
AUTHOR

**ANDREA LUSTIGOVÁ**

**VEDOUCÍ PRÁCE**  
SUPERVISOR

**Ing. PETR HORÁK, Ph.D.**

BRNO 2016



# VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ FAKULTA STAVEBNÍ

**Studijní program** B3607 Stavební inženýrství  
**Typ studijního programu** Bakalářský studijní program s prezenční formou studia  
**Studijní obor** 3608R001 Pozemní stavby  
**Pracoviště** Ústav technických zařízení budov

## ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

**Student** Andrea Lustigová

**Název** Vytápění a příprava TV pomocí solární soustavy

**Vedoucí bakalářské práce** Ing. Petr Horák, Ph.D.

**Datum zadání bakalářské práce** 30. 11. 2015

**Datum odevzdání bakalářské práce** 27. 5. 2016

V Brně dne 30. 11. 2015

.....  
doc. Ing. Jiří Hirš, CSc.  
Vedoucí ústavu



.....  
prof. Ing. Rostislav Drochytka, CSc., MBA  
Děkan Fakulty stavební VUT



## Podklady a literatura

1. Stavební dokumentace zadané budovy
2. Aktuální legislativa ČR
3. České i zahraniční technické normy
4. Odborná literatura
5. Zdroje na internetu

## Zásady pro vypracování (zadání, cíle práce, požadované výstupy)

- práce bude zpracována v souladu s platnými předpisy (zákony, vyhláškami, normami) pro navrhování zařízení techniky staveb

- obsah a uspořádání práce dle směrnice FAST:

- a) titulní list,
- b) zadání VŠKP,
- c) abstrakt v českém a anglickém jazyce, klíčová slova v českém a anglickém jazyce,
- d) bibliografická citace VŠKP dle ČSN ISO 690,
- e) prohlášení autora o původnosti práce, podpis autora,
- f) poděkování (nepovinné),
- g) obsah,
- h) úvod,
- i) vlastní text práce s touto osnovou:
- j) závěr,
- k) seznam použitých zdrojů,
- l) seznam použitých zkratk a symbolů,
- m) seznam příloh,
- n) přílohy – výkresy

A. Teoretická část – literární rešerše ze zadaného tématu, rozsah 15 až 20 stran

B. Výpočtová část

- ♣ analýza objektu – koncepční řešení vytápění objektu, volba zdroje tepla,
- ♣ výpočet tepelného výkonu,
- ♣ energetický štítek obálky budovy,
- ♣ návrh otopných ploch,
- ♣ návrh zdroje tepla,
- ♣ návrh přípravy teplé vody, event. dalších spotřebičů tepla,
- ♣ dimenzování a hydraulické posouzení potrubí, návrh oběhových čerpadel
- ♣ návrh zabezpečovacího zařízení,
- ♣ roční potřeba tepla a paliva

C. Projekt – úroveň prováděcího projektu: půdorysy + legenda, 1:50 (1:100), schéma zapojení otopných těles - / 1:50 (1:100), půdorys (1:25, 1:20) a schéma zapojení zdroje tepla, technická zpráva.

Vše bude svázáno pevnou vazbou. Volné dokumenty (metadata, prohlášení o shodě, posudky, výsledky obhajoby) budou vloženy do kapsy na přední straně desek, výkresy budou poskládány a uloženy jako příloha v kapse na zadní straně desek.

## Struktura bakalářské/diplomové práce

VŠKP vypracujte a rozčleňte podle dále uvedené struktury:

1. Textová část VŠKP zpracovaná podle Směrnice rektora "Úprava, odevzdávání, zveřejňování a uchovávání vysokoškolských kvalifikačních prací" a Směrnice děkana "Úprava, odevzdávání, zveřejňování a uchovávání vysokoškolských kvalifikačních prací na FAST VUT" (povinná součást VŠKP).
2. Přílohy textové části VŠKP zpracované podle Směrnice rektora "Úprava, odevzdávání, zveřejňování a uchovávání vysokoškolských kvalifikačních prací" a Směrnice děkana "Úprava, odevzdávání, zveřejňování a uchovávání vysokoškolských kvalifikačních prací na FAST VUT" (nepovinná součást VŠKP v případě, že přílohy nejsou součástí textové části VŠKP, ale textovou část doplňují).



.....  
Ing. Petr Horák, Ph.D.  
Vedoucí bakalářské práce

## **Abstrakt**

Cílem této bakalářské práce je návrh vytápění a přípravy teplé vody pomocí solární soustavy. Teoretická část se zabývá solárními soustavami, solárními kolektory a stagnací solárních soustav. Druhá část se zabývá samostatným návrhem vytápění a přípravy teplé vody v rodinném domě. Jako zdroj tepla byl navržen kondenzační kotel a solární kolektory. Přípravu teplé vody taktéž zajišťuje kondenzační kotel a solární kolektory. Třetí část tvoří technická zpráva a výkresová dokumentace vytápění zadaného objektu.

## **Klíčová slova**

Vytápění, příprava teplé vody, solární kolektor, měděné potrubí, otopné těleso, kondenzační kotel

## **Abstract**

The aim this bachelor thesis is the design of heating and preparing of domestic hot water via solar system. The theoretical part deals with the solar systems, solar collectors and stagnation of solar systems. The second part deals with a separate proposal heating and preparing of domestic hot water in a family house. As a heat source was proposed condensing boiler and solar collectors. The hot water is also ensured condensing boiler and solar collectors. The third part consist of a technical report and drawings heating of the specified object.

## **Keywords**

Heating, preparing of domestic water, solar collector, copper pipes, radiator, condensing boiler

## **Bibliografická citace VŠKP**

Andrea Lustigová *Vytápění a příprava TV pomocí solární soustavy*. Brno, 2016. 81 s., 7 s. příl. Bakalářská práce. Vysoké učení technické v Brně, Fakulta stavební, Ústav technických zařízení budov. Vedoucí práce Ing. Petr Horák, Ph.D.

**Prohlášení:**

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci zpracoval(a) samostatně a že jsem uvedl(a) všechny použité informační zdroje.

V Brně dne 16.5.2016

.....  
podpis autora  
Andrea Lustigová

**Poděkování:**

Chtěla bych poděkovat svému vedoucímu bakalářské práce Ing. Petru Horákovi, Ph. D. za odborné vedení a čas, který mi věnoval na konzultacích.

# OBSAH

ÚVOD .....	1
A TEORETICKÁ ČÁST .....	2
A.1 Solární energie .....	3
A.1.1 Přímé a difúzní sluneční záření .....	4
A.2 Solární tepelné soustavy – rozdělení podle aplikace .....	4
A.2.1 Předehřev a příprava teplé vody .....	4
A.2.2 Příprava teplé vody a vytápění .....	5
A.2.3 Ohřev bazénové vody .....	6
A.2.4 Solární chlazení .....	7
A.3 Solární tepelné soustavy – dělení podle velikosti kolektorové plochy .....	9
A.4 Solární tepelné soustavy – dělení podle průtoku teplonosné kapaliny .....	10
A.4.1 Soustavy s nízkým průtokem (low flow) .....	10
A.4.2 Soustavy s vysokým průtokem (high flow) .....	10
A.4.3 Soustavy s proměnným průtokem (matched flow) .....	10
A.5 Solární kolektory .....	10
A.5.1 Dělení solárních kolektorů .....	11
A.6 Typy solárních kapalinových kolektorů .....	11
A.6.1 Ploché nekrytý kolektor .....	11
A.6.2 Ploché neselektivní kolektor .....	12
A.6.3 Ploché selektivní kolektor .....	12
A.6.4 Ploché vakuový kolektor .....	13
A.6.5 Trubkový jednostěnný vakuový kolektor .....	14
A.6.6 Trubkový dvoustěnný vakuový kolektor .....	14
A.6.7 Soustředující koncentrační kolektory .....	15
A.7 Stagnace solárních soustav .....	16
A.7.1 Stagnační teplota .....	16
A.7.2 Ochrana proti problémům se stagnací .....	17
B VÝPOČTOVÁ ČÁST .....	19
B.1 Analýza objektu .....	20
B.2 Výpočet tepelného výkonu .....	21
B.2.1 Výpočet součinitele prostupu tepla $U$ [ $W/m^2K$ ] pro dané konstrukce .....	21

B.2.2	Posouzení součinitelů prostupu tepla.....	24
B.2.3	Výpočet tepelných ztrát jednotlivých místností.....	25
B.3	Energetický štítek obálky budovy.....	31
B.4	Návrh otopných ploch.....	35
B.5	Návrh zdroje tepla.....	35
B.5.1	Potřebný výkon zdroje.....	35
B.5.2	Řešení spalinových cest.....	36
B.6	Návrh přípravy teplé vody.....	37
B.6.1	Příprava teplé vody – zásobníkový ohřev.....	37
B.6.2	Bilance solární soustavy pro ohřev vody a podporu vytápění.....	39
B.7	Dimenzování a hydraulické posouzení potrubí, návrh oběhových čerpadel....	41
B.7.1	Dimenzování a hydraulické posouzení potrubí otopné soustavy.....	41
B.7.2	Kompenzace délkových změn.....	42
B.7.3	Návrh čerpadla pro otopnou soustavu.....	43
B.7.4	Dimenzování solárního okruhu.....	44
B.7.5	Návrh čerpadla pro solární okruh.....	44
B.8	Návrh zabezpečovacího zařízení.....	45
B.8.1	Kotlový okruh.....	45
B.8.2	Solární okruh.....	47
B.9	Návrh tepelné izolace.....	49
B.10	Roční potřeba tepla a paliva.....	53
B.10.1	Roční potřeba tepla na vytápění a ohřev vody.....	53
B.10.2	Roční spotřeba paliva.....	54
C	PROJEKT.....	55
C.1	Technická zpráva.....	56
C.1.1	Identifikační údaje.....	56
C.1.2	Tepelné ztráty a potřeby tepla.....	57
C.1.3	Zdroje tepla pro vytápění a přípravu TV.....	57
C.1.4	Zabezpečovací zařízení.....	58
C.1.5	Otopná soustava.....	58
C.1.6	Oběhová čerpadla.....	58
C.1.7	Otopná tělesa.....	58



C.1.8	Rozvody .....	59
C.1.9	Regulace a měření .....	59
C.1.10	Plnění a vypouštění soustavy .....	60
C.1.11	Izolace .....	60
C.1.12	Technická místnost .....	60
C.1.13	Požadavky na ostatní profese .....	60
C.1.14	Montáž zařízení .....	61
C.1.15	Zkoušky .....	61
C.1.16	Údržba a kontrola .....	62
C.1.17	Bezpečnost a požární ochrana .....	62
C.1.18	Odpadové hospodářství .....	62
C.1.19	Závěr .....	63
ZÁVĚR .....		64
SEZNAM POUŽITÝCH ZDROJŮ .....		65
SEZNAM OBRÁZKŮ .....		67
SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK A SYMBOLŮ .....		68
SEZNAM PŘÍLOH .....		69

# ÚVOD

Základním úkolem vytápění je vytvoření tepelné a vlhkostní pohody člověka uvnitř budovy. Zásadním řešením je správná volba stavebních materiálů, které přispívají k nižší energetické náročnosti budovy a neméně důležitá je volba zdroje tepla. V dnešní době se klade důraz na používání obnovitelných zdrojů, které jsou šetrné k životnímu prostředí a v budoucnu se předpokládá jejich růst. V roce 2020 by se měl podíl obnovitelných zdrojů zvýšit na 20 % celkové výroby energie v Evropě.

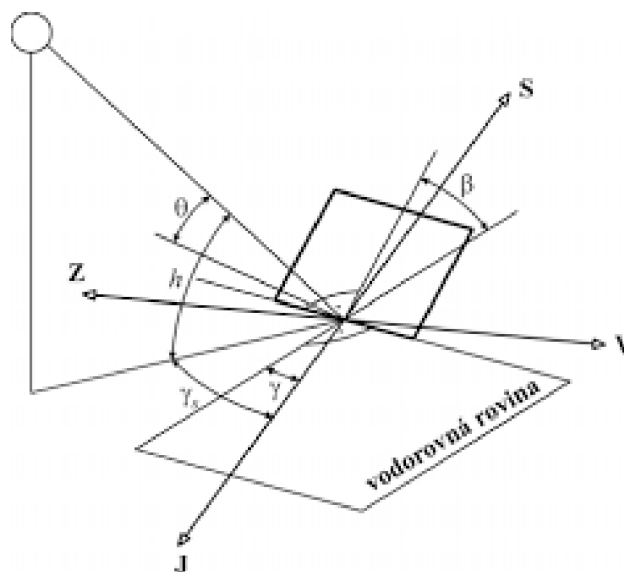
V teoretické části je popsána solární energie, dále typy solárních soustav a druhy solárních kolektorů.

Předmětem výpočtové části je návrh vytápění a ohřevu teplé vody solárním systémem. Řešeným objektem je rodinný dům se dvěma nadzemními podlažimi a venkovním bazénem.

## **A TEORETICKÁ ČÁST**

## A.1 Solární energie

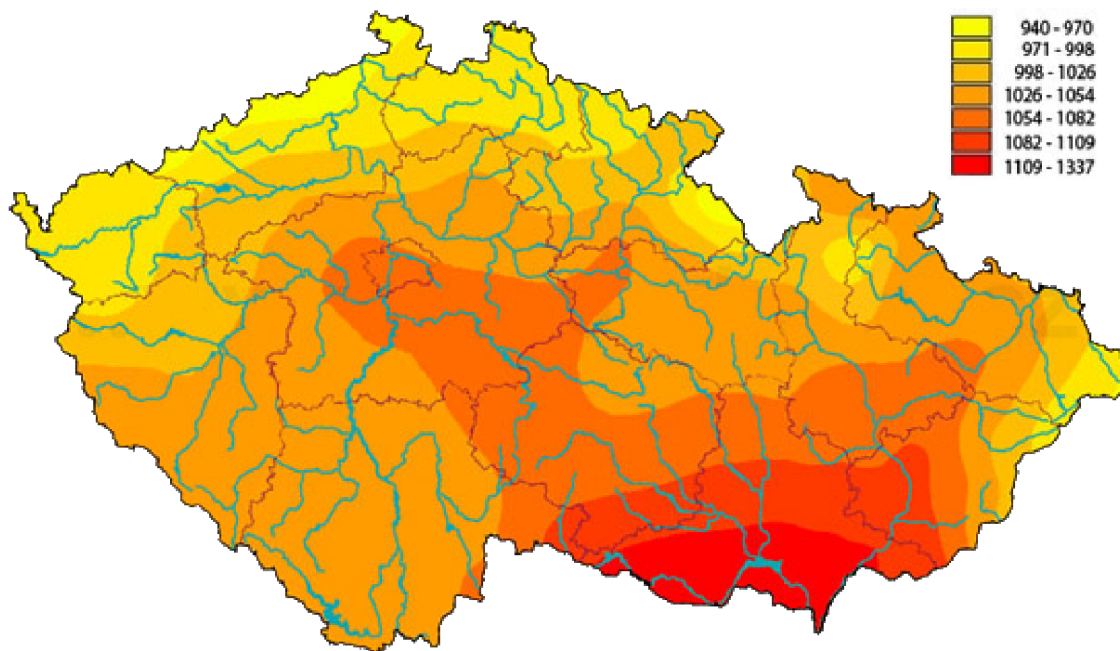
Solární energie patří mezi nevyčerpatelné zdroje energie. Využití solární energie je šetrné k životnímu prostředí a její množství je závislé na klimatických podmínkách. Od Země je Slunce vzdáleno v průměru  $1,5 \times 10^{11}$  m. Tuto vzdálenost sluneční paprsek urazí za 8 min a 20 vteřin. Sluneční záření, které dopadá na zemský povrch, není ničím pohlcováno, na hranici atmosféry dopadá v původní podobě, ale v menší intenzitě. Na plochu, která je kolmá k slunečním paprskům dopadá na zemský povrch zářivý tok  $1367 \text{ W/m}^2$ . Tento tok je označován jako sluneční konstanta  $G_{SC}$ . Z celkového výkonu dopadá na zemský povrch pouze  $7,8 \times 10^{14}$  kW. Nepatrná část je zachycena ostatními planetami a většina zářivého toku uniká do mezihvězdného a mezigalaktického prostoru. Výkon a energie dopadajícího slunečního záření je ovlivněn faktory, které lze měnit: zeměpisná šířka, azimut, úhel sklonu a které nelze měnit: deklinace, sluneční časový úhel, výška Slunce, azimut Slunce, úhel dopadu slunečního záření. [1], [8], [9]



Obr. č. 1 Geometrie slunečního záření dopadajícího na obecnou plochu [1]

### A.1.1 Přímé a difúzní sluneční záření

Sluneční záření se dělí do dvou složek: přímé sluneční záření a difúzní sluneční záření. Přímé záření má mnohonásobně vyšší intenzitu v jednom směru. Difúzní záření má oproti přímému slunečnímu záření intenzitu ve všech směrech stejnou. [1]

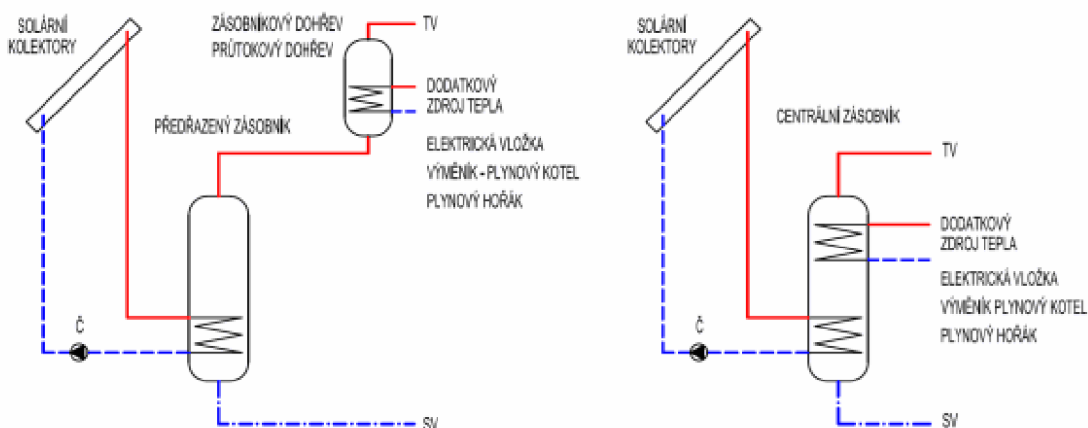


Obr. č. 2 Průměrný roční úhrn globálního slunečního záření v ČR [2]

## A.2 Solární tepelné soustavy – rozdělení podle aplikace

### A.2.1 Předehřev a příprava teplé vody

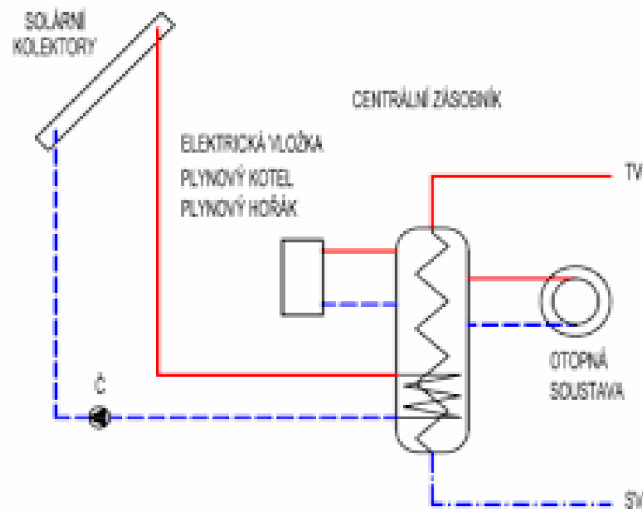
Solární soustavy pro přípravu teplé vody jsou v dnešní době velmi rozšířené díky celoročně přibližně rovnoměrné spotřebě tepla. Používají se v rodinných domech, bytových domech, ale i např. v domovech důchodců, hotelech, penzionech, apod., kde je vysoká spotřeba teplé vody po celý rok nebo špička odběru v letních měsících. Solární kolektory lze použít do stávající soustavy jako předehřev vody, kde stávající zdroj teplé vody slouží jako dohřev. V rodinných domech se většinou aplikuje maloplošná solární soustava s kolektorovou plochou 2 až 6 m<sup>2</sup>. [1], [7]



Obr. č. 3 Schéma přípravy teplé vody: vlevo - s předehřívacím zásobníkem, vpravo - s bivalentním zásobníkem [4]

## A.2.2 Příprava teplé vody a vytápění

Díky nízkoenergetickým a pasivním domům mají uplatnění tzv. kombinované solární soustavy, které slouží k přípravě teplé vody a vytápění. Nízkoteplotní vytápění umožňuje využívat solární soustavy k vytápění především v přechodovém období. Ekonomické pokrytí v topném období se uvažuje mezi 15 až 35 % celkové roční potřeby tepla pro vytápění a přípravu teplé vody. Pro správný návrh kombinované solární soustavy musí mít objekt kvalitní okna a dostatečnou tepelnou izolaci obálky budovy. Otopná soustava by měla pracovat s nízkými teplotami. Sklon kolektorů se doporučuje nad 45° s orientací k jihu, kdy letní přebytečné zisky klesají a zimní zisky mírně narůstají. Letní přebytky tepla lze uplatnit např. pro ohřev bazénové vody. Pokud není možné přebytky využít, je vhodné plochu kolektorů nepředimenzovat a zajistit opatření vůči extrémním podmínkám stagnace. [1], [7]



Obr. č. 4 Schéma solární kombinované soustavy s centrálním zásobníkem tepla [9]

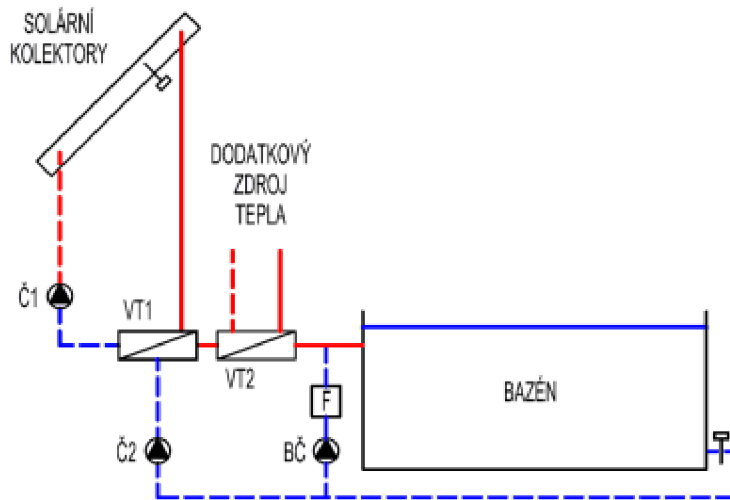
### A.2.3 Ohřev bazénové vody

Soustavy pro ohřev bazénové vody můžeme rozlišit jako sezónní nebo celoroční.

*Sezónní soustavy* - Využívají se pro ohřev vody ve venkovním bazénu, kde se předpokládá provoz převážně v letních měsících. Teplonosnou kapalinou je bazénová voda, která protéká kolektorem. Jako kolektory se používají nezasklené plastové absorbéry, které jsou odolné proti desinfekčním prostředkům do bazénové vody.

*Celoroční soustavy* - U krytých bazénu se předpokládá celoroční provoz, proto jsou zde použity celoroční solární soustavy s dohřevem dodatkovým zdrojem tepla. Teplonosnou kapalinou je nemrznoucí směs. Solární okruh je oddělen od bazénové vody výměníkem tepla. [1], [7]

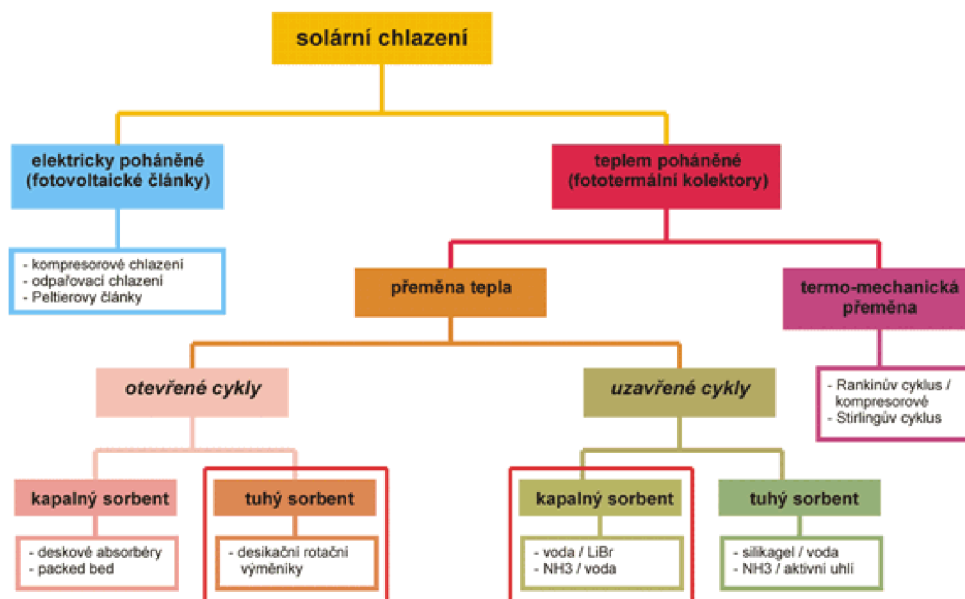




Obr. č. 5 Schéma solární soustavy pro ohřev bazénové vody (v obtoku filtrace) [10]

#### A.2.4 Solární chlazení

V letním období, kdy vznikají přebytky tepla, lze pro produkci chladu využít kombinované soustavy – teplá voda, vytápění chlad. Používají se dva způsoby solárního chlazení – otevřené (absorpční, adsorpční) a uzavřené (desikační) cykly. [7], [11]

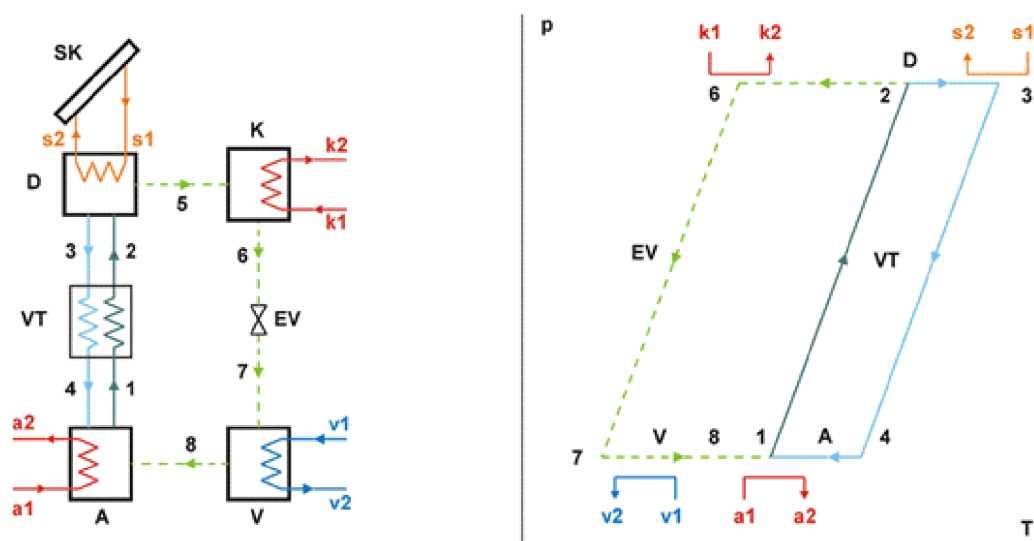


Obr. č. 6 Možnosti využití sluneční energie pro chlazení [11]

### Solární absorpční chlazení v uzavřeném cyklu

Tepelná energie ze solárních kolektorů slouží v desorbéru k vypuzení chladiva roztoku při vysoké teplotě a tlaku. Páry zkondenzují v kondenzátoru a po expanzi se odpaří ve výparníku. Ve výparníku se chladicí vodě odebírá teplo, které slouží pro chlazení. Páry chladiva se absorbují a v absorbéru dochází k jejich srážení. Díky čerpadlu mezi absorbérem a desorbérem koluje bohatý a chudý roztok s rekuperací tepla ve výměníku.

[11]

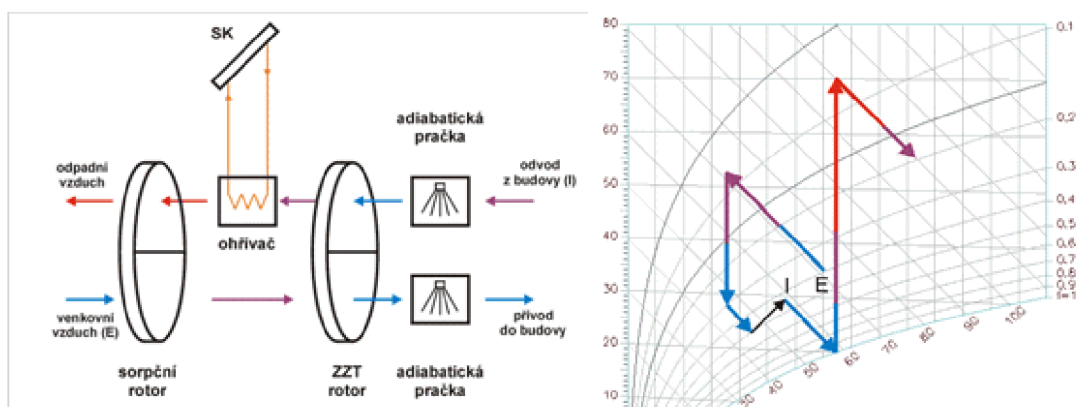


Obr. č. 7 Schéma solárního absorpčního cyklu (jednostupňový) [11]

### Solární desikační chlazení v otevřeném cyklu

Tento cyklus využívá vodu jako chladivo v přímém styku s upravovaným vzduchem. Použití solárního desikačního otevřeného cyklu je především u větších budov. K odvlhčení upravovaného venkovního vzduchu slouží desikační rotační výměník. Po odvlhčení je vzduch předchlazen v rekuperačním výměníku, následně dochlazen a zvlhčen v adiabatické pračce. Sorpční rotor se otáčí mezi proudy čerstvého a odpadního

vzduchu. Jedna část odvlhčuje čerstvý vzduch a po otočení předává vlhkost do odpadního vzduchu. Desikant se regeneruje čerstvým nebo odpadním vzduchem ohřátým teplem ze solárních kolektorů. [11]



Obr. č. 8 Schéma solárního desikačního chlazení a průběh změn v Molierově diagramu [11]

### A.3 Solární tepelné soustavy – dělení podle velikosti kolektorové plochy

*Malé solární soustavy* – plocha do 20 m<sup>2</sup>

*Střední solární soustavy* – plocha od 20 m<sup>2</sup> do 200 m<sup>2</sup>

*Velké solární soustavy* – plocha nad 200 m<sup>2</sup> [1]

## **A.4 Solární tepelné soustavy – dělení podle průtoku teplotosné kapaliny**

### **A.4.1 Soustavy s nízkým průtokem (low flow)**

Měrný průtok teplotosné kapaliny se pohybuje od 10 do 15 l/(h.m<sup>2</sup>) . Používají se pro velkoplošné soustavy v kombinaci se stratifikačním zásobníkem. Ten pracuje na principu ukládání tepla do vrstev. V horní části zásobníku je objem o vyšší teplotě a je k dispozici v průběhu nabíjení bez nutnosti dohřevu. V dolní části zásobníku je objem o nižší teplotě. Při nízkém průtoku se teplotosná kapalina ohřeje o 30 až 50 K. [1]

### **A.4.2 Soustavy s vysokým průtokem (high flow)**

Měrný průtok teplotosné kapaliny se pohybuje v rozmezí 50 až 70 15 l/(h.m<sup>2</sup>). Tyto soustavy mají uplatnění u maloplošných soustav. Díky vysokému průtoku se teplotosná kapalina ohřeje o 6 až 10 K. Celý objem zásobníku je nabíjen současně. [1]

### **A.4.3 Soustavy s proměnným průtokem (matched flow)**

S pokročilou regulací se optimalizuje průtok teplotosné kapaliny pro dosažení vysokého solárního pokrytí. Oběhové čerpadlo je řízeno tak, aby na výstupu z kolektoru bylo dosaženo optimální teploty např. 60 °C jako u soustavy low flow. Tato teplota nabíjí horní část zásobníku. Pokud není dosaženo požadované teploty, pracuje soustava v high flow režimu a teplo se ukládá do spodní části zásobníku. [1]

## **A.5 Solární kolektory**

Solární kolektor je určen k přeměně slunečního záření v tepelnou energii, která je předávána teplotosné látce, která protéká kolektorem. Tento jev se nazývá fototermální

přeměna. Jako teplotonosná látka může být využita kapalina nebo vzduch. Kapalinou se rozumí voda nebo nemrznoucí směs. [1]

### **A.5.1 Dělení solárních kolektorů**

*Podle teplotonosné látky:* kapalinové, vzduchové

*Podle zasklení:* bez zasklení, jednoduché, vícevrstvé, struktura

*Podle konstrukce:* ploché, trubkové, koncentrační

*Podle absorberu:* plastový, kovový neselektivní, kovový selektivní, akumulární

*Podle tlaku výplně:* atmosférický, vakuový [3]

## **A.6 Typy solárních kapalinových kolektorů**

### **A.6.1 Plochý nekrytý kolektor**

Jedná se o nejjednodušší kolektor, který se skládá pouze z plastové rohože bez zasklení, tzv. absorberu. Využívá se pro sezónní ohřev bazénové vody. Díky nezasklenému povrchu se zlepšují optické vlastnosti kolektoru, nevýhodou však jsou velké tepelné ztráty. Absorbér musí být vyroben z materiálu odolného proti UV záření a chlóru, např. polyetylén, polypropylén a etylén- propylén- dién- monomer. [1], [7]



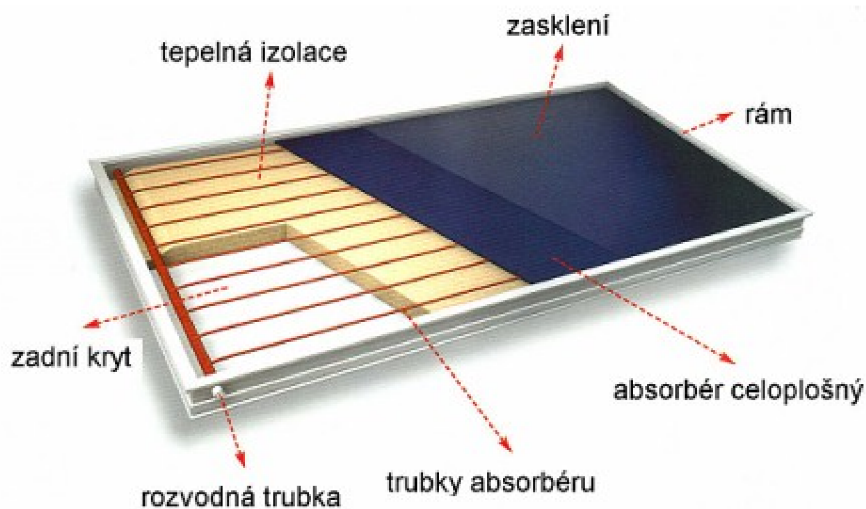
Obr. č. 9 Bazénové absorbéry jako rohože z materiálu odolného vůči UV záření [3]

### A.6.2 Plochý neselektivní kolektor

Deskový kolektor se zasklením a kovovým absorbérem s neselektivním povlakem. Používá se pro přehřev vody v letním období z důvodu velkých tepelných ztrát absorbéru v zimním období. V dnešní době se vyskytují v malém množství. [1]

### A.6.3 Plochý selektivní kolektor

Deskový kolektor se zasklením a kovovým absorbérem se selektivním povlakem. Selektivní povrch zvyšuje absorpční vlastnosti a snižuje emisivitu. Používá se k celoročnímu ohřevu vody a vytápění. Díky zasklení jsou nižší tepelné ztráty, nicméně část slunečního světla se od zasklení odráží. Absorbér je vyroben z vodivých materiálů, jako je měď nebo hliník a je navařen, napájen nebo nalisován na rám kolektoru, který je opatřen tepelnou izolací pro snížení tepelných ztrát. Jedná se o tzv. atmosférický kolektor, tzn., že tlak vzduchu v prostoru kolektorové skříně je stejný jako ve venkovním prostředí. [1]



Obr. č. 10 Plochý kapalinový kolektor [4]

#### A.6.4 Plochý vakuový kolektor

Je obdobou plochého selektivního kolektoru. Používá se k celoročnímu ohřevu TV a vytápění. Rozdílem je využití vakua místo tepelně izolační vrstvy, což snižuje ztráty a zvyšuje účinnost v chladných měsících. Tlak uvnitř kolektoru je nižší než atmosférický tlak ve venkovním prostředí. Rám kolektoru musí být vakuotěsný. Kvůli působení vnějšího atmosférického tlaku musí být zasklení vyztuženo rástrově uspořádanými nerezovými opěrnými elementy proti prasknutí. [1]

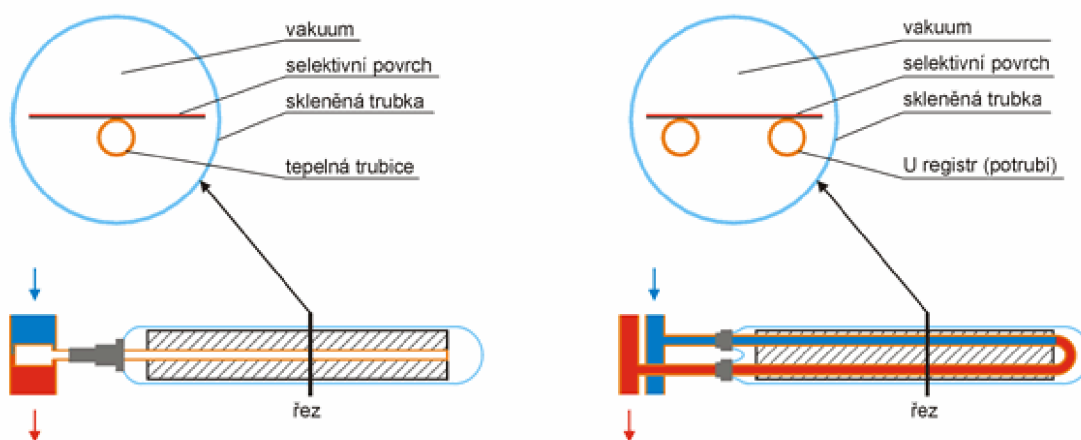


Obr. č. 11 Plochý vakuový kolektor [5]



### A.6.5 Trubkový jednostěnný vakuový kolektor

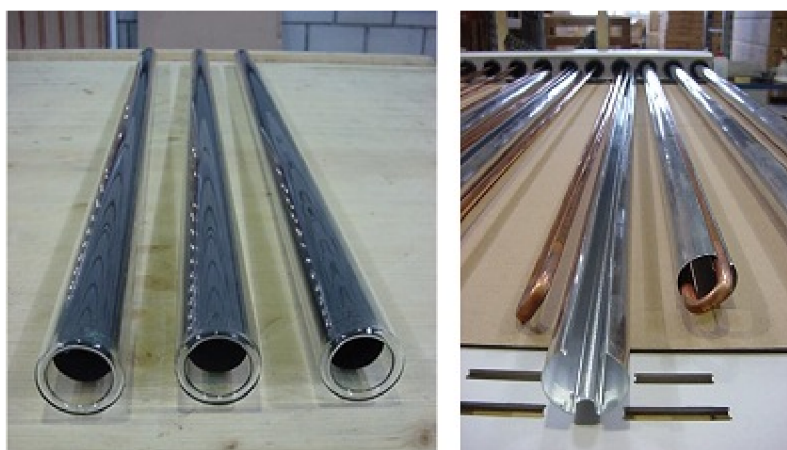
Jedná se o kolektor s absorberem se selektivním povrchem umístěným ve skleněné trubce. Má velmi dobrý přestup tepla z absorberu do teplonosné látky. Vyrábí se převážně v Evropě. Odvod tepla z absorberu zajišťuje tepelná trubice, přímo protékané koncentrické potrubí nebo přímo protékaný U- registr. Jednostěnné trubky se vyrábějí ze skla odolného proti teplotním změnám. Vnitřní prostor trubky je vakuován. [1]



Obr. č. 12 Jednostěnný trubkový vakuový kolektor s tepelnou trubicí a přímo protékanou U- smyčkou [12]

### A.6.6 Trubkový dvoustěnný vakuový kolektor

Kolektor s válcovou dvoustěnnou skleněnou trubkou, tzv. Sydney trubka. Vnitřní stěna slouží k zachycení a přeměně slunečního záření na teplo a vnější stěna trubky je opatřena selektivním absorpčním povrchem a slouží k ochraně před atmosférickými vlivy. Prostor mezi oběma trubkami je vakuován. Sydney trubky jsou vyráběny z boritokřemičitého skla s odolností proti teplotním změnám a s nízkou tepelnou roztažností. Konstrukční řešení je obdobné jako u jednostěnných trubek, tzn. Přímou protékaný trubkový registr nebo tepelná trubice. Tento systém je určený pro kombinované soustavy pro vytápění nebo průmyslové aplikace s provozními teplotami nad 100 °C. [1]



*Obr. č. 13 Trubkový dvoustěnný vakuový kolektor na bázi Sydney trubek s teplosměnnou lamelou [12]*

### **A.6.7 Soustředující koncentrační kolektory**

Kolektory, které využívají zrcadla nebo čočky k soustředění slunečního záření. Za soustředující kolektory jsou považovány i kolektory s vnějším zrcadlem nebo kolektory s vakuovanými trubkami s reflektorem vně trubic. Pro účinnost koncentračních kolektorů je potřeba dostatek přímého slunečního záření během roku. Podle tvaru ohniska se rozlišují kolektory s lineárním ohniskem a kolektory s bodovým ohniskem. [1]



*Obr. č. 14 Soustředující koncentrační kolektor [6]*

## **A.7 Stagnace solárních soustav**

Stagnace je stav, kdy se teplo vyráběné v slunečním kolektoru neodvádí. To nastává, pokud je zásobník plně nabitý a regulace nesepe oběhové čerpadlo. V solárním kolektoru dochází k nulové účinnosti. Při vysoké intenzitě slunečního záření může docházet k varu teplotně nosné kapaliny a následným pronikáním páry do rozvodů. Stagnace může nastat i při poruše oběhového čerpadla nebo výpadku elektrického proudu. Procesy při stagnaci lze rozdělit do fází. [1]

*Fáze 1* – Kapalina v kolektoru se vlivem vysoké teploty roztahuje.

*Fáze 2* – Kapalina dosahuje bodu varu a postupně se tvoří bubliny a pára, která vytlačuje kapalinu z kolektorů.

*Fáze 3* – Zbytky kapaliny v kolektoru se odpařují a kolektor se vyplňuje párou.

*Fáze 4* – Kolektor se vysušuje a objem páry soustavy může poklesnout i při přetrvávajícím slunečním záření.

*Fáze 5* – Při nižší intenzitě slunečního záření klesá teplota kapaliny pod bod varu, pára z kondenzuje a kapalina opět vyplní kolektor. [1]

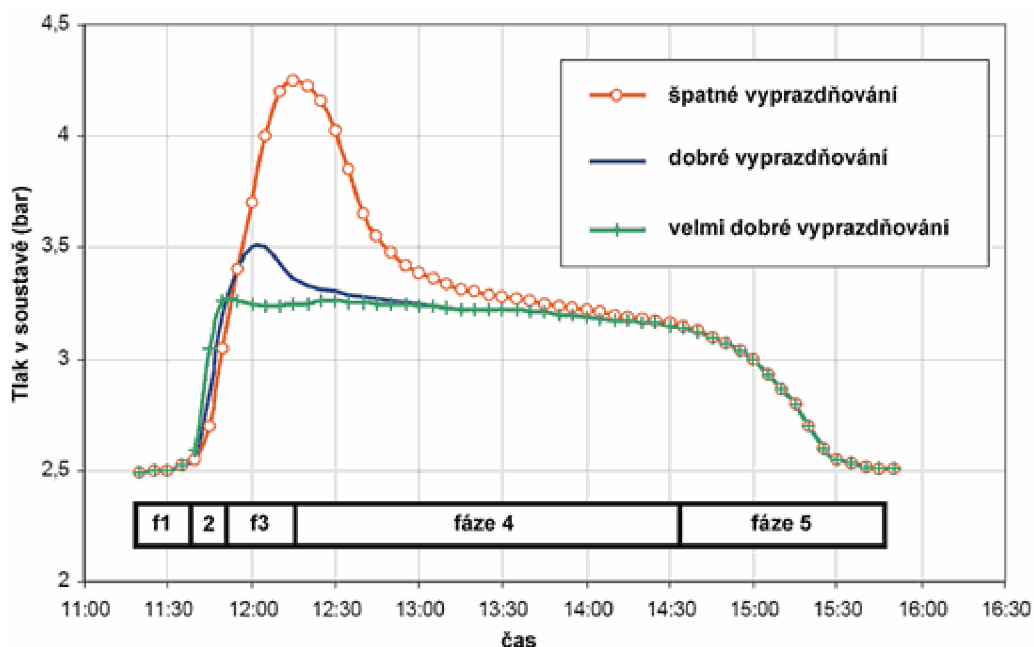
### **A.7.1 Stagnační teplota**

Je to ustálená teplota kolektoru, který přijímá sluneční záření, ale teplo není odváděno. Stagnační teplota se měří v kolektoru, který není zapojen do soustavy nebo se stanoví výpočtem z křivky účinnosti solárního kolektoru při teplotě venkovního vzduchu 30 °C a slunečním ozáření 1000 W/m<sup>2</sup>. [1]

## A.7.2 Ochrana proti problémům se stagnací

### *Vyprazdňovací schopnost kolektorů*

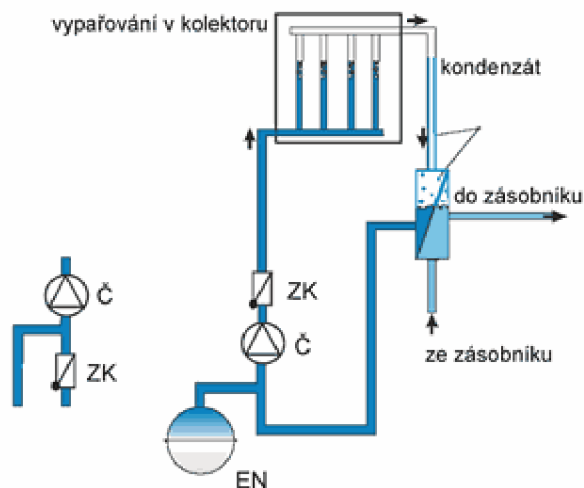
Průběh stagnace lze ovlivnit vyprazdňovací schopností teplotonosné látky při vzniku páry v kolektoru. Dobrá vyprazdňovací schopnost kolektoru zajišťuje vytlačení teplotonosné látky z kolektoru a tím zabraňuje dalšímu vzniku páry. Naopak, špatná vyprazdňovací schopnost nezajistí vytlačení kapaliny z kolektoru a z toho důvodu vzniká pára, která se může šířit do rozvodů soustavy. [1]



Obr. č. 15 Průběh stagnace v soustavě při použití kolektorů s různou vyprazdňovací schopností [1]

### *Poloha zpětné klapky*

Pokud je zpětná klapka ve špatné poloze vzhledem k expanzní nádobě, dochází k vyprazdňování pouze horním vývodem. Vzniká velké množství páry, které se dostává do rozvodů soustavy a až po kondenzaci do expanzní nádoby. [1]



Obr. č. 16 Správné (vlevo) a špatné (vpravo) umístění zpětné klapky v solární soustavě [13]

### **Návrh expanzní nádoby**

Expanzní nádoba musí být nadimenzována tak, aby pojala veškerou kapalinu v soustavě a zabránila ztrátě kapaliny pojistným ventilem. Velikost expanzní nádoby by měla počítat s tvorbou páry v kolektorech při stagnaci a s vytlačení teplotné kapaliny z kolektorů. [1]

### **Volba teplotné kapaliny**

U solárních soustav, kde se předpokládá vyšší četnost stagnačních podmínek, je doporučeno použití kvalitních nemrznoucích směsí, které nepodléhají degradaci a odolávají vysokým teplotám. [1]

### **Sklon kolektorů**

Zvýšení sklonu kolektorů nad 45 °C omezuje stagnační podmínky. V letním období se snižuje příjem slunečního záření, naopak v zimním období se účinnost kolektorů zvyšuje. [1]

## **B VÝPOČTOVÁ ČÁST**

## B.1 Analýza objektu

### Objekt

**Druh stavby:** rodinný dům

**Lokalita:** katastrální území Luka nad Jihlavou – kraj Vysočina

**Dispoziční řešení:** Objektem je dvoupodlažní rodinný dům s venkovním bazénem. Dům sousedí se stávajícími garážemi a hospodářskou stavbou. Svislé nosné konstrukce jsou z plných pálených cihel a tvárnice systému Ytong. Stropy a podlahy jsou zatepleny. Střechu tvoří dřevěný krov s pálenou střešní krytinou. Sklon střechy je 30°. V objektu se nachází 7 obytných místností, 2 koupelny, WC, schodišťový prostor a chodba.

### Systém vytápění

**Otopná soustava:** Dvoutrubková uzavřená soustava s nuceným oběhem vody, rozvody jsou vedeny v podlaze.

**Otopná tělesa:** Desková se spodním středovým připojením, v koupelnách otopné žebříky s elektrickou vložkou pro letní provoz.

**Zdroj tepla:** Plynový kondenzační kotel a solární kolektory pro podporu vytápění.

**Příprava teplé vody:** Kombinovaný zásobník je ohříván solárními kolektory a v případě potřeby dohříván plynovým kondenzačním kotlem.



## B.2 Výpočet tepelného výkonu

### B.2.1 Výpočet součinitele prostupu tepla $U$ [ $\text{W}/\text{m}^2\text{K}$ ] pro dané konstrukce

OBVODOVÉ ZDIVO YTONG 1NP					
VRSTVA	d [m]	$\lambda$ [ $\text{W}/\text{mK}$ ]	R [ $\text{m}^2\text{K}/\text{W}$ ]	$R_{si}$	$R_{se}$
Tenkvrstvá omítka	0,002	0,54	0,004	0,13	0,04
YTONG P4-500	0,375	0,13	2,885		
Tenkvrstvá omítka	0,002	0,54	0,004		
				$R_T$ [ $\text{m}^2\text{K}/\text{W}$ ]=	2,89
				$U$ [ $\text{W}/\text{m}^2\text{K}$ ]=	0,33

STÁVAJÍCÍ ZDIVO					
VRSTVA	d [m]	$\lambda$ [ $\text{W}/\text{mK}$ ]	R [ $\text{m}^2\text{K}/\text{W}$ ]	$R_{si}$	$R_{se}$
Omítka	0,002	0,8	0,003	0,13	0,04
CP 140/290/65	0,3	0,75	0,400		
Omítka	0,002	0,8	0,003		
				$R_T$ [ $\text{m}^2\text{K}/\text{W}$ ]=	0,41
				$U$ [ $\text{W}/\text{m}^2\text{K}$ ]=	1,74

OBVODOVÉ ZDIVO YTONG 2NP					
VRSTVA	d [m]	$\lambda$ [ $\text{W}/\text{mK}$ ]	R [ $\text{m}^2\text{K}/\text{W}$ ]	$R_{si}$	$R_{se}$
Tenkvrstvá omítka	0,002	0,54	0,004	0,13	0,04
YTONG THETA	0,5	0,08	6,250		
Tenkvrstvá omítka	0,002	0,54	0,004		
				$R_T$ [ $\text{m}^2\text{K}/\text{W}$ ]=	6,26
				$U$ [ $\text{W}/\text{m}^2\text{K}$ ]=	0,16

VNITŘNÍ NOSNÉ ZDIVO					
VRSTVA	d [m]	$\lambda$ [W/mK]	R [m <sup>2</sup> K/W]	R <sub>si</sub>	R <sub>se</sub>
Tenkovrstvá omítka	0,002	0,54	0,004	0,13	0,13
YTONG P4-500	0,25	0,13	1,923		
Tenkovrstvá omítka	0,002	0,54	0,004		
				R <sub>T</sub> [m <sup>2</sup> K/W]=	1,93
				U[W/m <sup>2</sup> K]=	0,46

VNITŘNÍ NENOSNÉ ZDIVO					
VRSTVA	d [m]	$\lambda$ [W/mK]	R [m <sup>2</sup> K/W]	R <sub>si</sub>	R <sub>se</sub>
Tenkovrstvá omítka	0,002	0,54	0,004	0,13	0,13
YTONG P2-500	0,15	0,13	1,154		
Tenkovrstvá omítka	0,002	0,54	0,004		
				R <sub>T</sub> [m <sup>2</sup> K/W]=	1,16
				U[W/m <sup>2</sup> K]=	0,70

PODLAHA 1NP					
VRSTVA	d [m]	$\lambda$ [W/mK]	R [m <sup>2</sup> K/W]	R <sub>si</sub>	R <sub>sc</sub>
Keramická dlažba	0,008	1,01	0,008	0,17	0
ŽB deska	0,08	1,43	0,056		
PE fólie	0,0005	0,2	0,003		
EPS 100 Z	0,12	0,037	3,243		
Modif.asfalt.pás	0,003	0,2	0,015		
ŽB deska	0,12	1,43	0,084		
				R <sub>T</sub> [m <sup>2</sup> K/W]=	3,32
				U[W/m <sup>2</sup> K]=	0,29

PODLAHA 2NP (NAD GARÁŽÍ)					
VRSTVA	d [m]	$\lambda$ [W/mK]	R [m <sup>2</sup> K/W]	R <sub>si</sub>	R <sub>se</sub>
PVC	0,003	0,19	0,016	0,17	0,04
ŽB deska	0,07	1,43	0,049		
PE fólie	0,0005	0,2	0,003		
EPS 100 Z	0,23	0,037	6,216		
Betonová deska	0,28	1,23	0,228		
VC omítka	0,01	0,99	0,010		
				R <sub>T</sub> [m <sup>2</sup> K/W]=	6,51
				U[W/m <sup>2</sup> K]=	0,15

STROP 2NP					
VRSTVA	d [m]	$\lambda$ [W/mK]	R [m <sup>2</sup> K/W]	R <sub>si</sub>	R <sub>se</sub>
Isover UNI	0,32	0,035	9,143	0,1	0,04
Parotěs. fólie JUTAFOL	0,0005	0,39	0,001		
SDK	0,0125	0,22	0,057		
Omítka	0,02	0,54	0,037		
				R <sub>T</sub> [m <sup>2</sup> K/W]=	9,24
				U[W/m <sup>2</sup> K]=	0,11

PODLAHA 2NP					
VRSTVA	d [m]	$\lambda$ [W/mK]	R [m <sup>2</sup> K/W]	R <sub>si</sub>	R <sub>si</sub>
PVC	0,003	0,19	0,016	0,17	0,17
ŽB deska	0,07	1,43	0,049		
PE fólie	0,0005	0,2	0,003		
EPS 100 Z	0,15	0,037	4,054		
Betonová deska	0,28	1,23	0,228		
VC omítka	0,01	0,99	0,010		
				R <sub>T</sub> [m <sup>2</sup> K/W]=	4,35
				U[W/m <sup>2</sup> K]=	0,21

VNITŘNÍ NENOSNÉ ZDIVO					
VRSTVA	d [m]	$\lambda$ [W/mK]	R [m <sup>2</sup> K/W]	R <sub>si</sub>	R <sub>si</sub>
Tenkvrstvá omítka	0,002	0,54	0,004	0,13	0,13
YTONG P2-500	0,1	0,13	0,769		
Tenkvrstvá omítka	0,002	0,54	0,004		
				R <sub>T</sub> [m <sup>2</sup> K/W]=	0,78
				U[W/m <sup>2</sup> K]=	0,96

PLASTOVÁ OKNA TROJSKLO U=0,7 W/m <sup>2</sup> K
DVEŘE VENKOVNÍ U=1,4 W/m <sup>2</sup> K
DVEŘE VNITŘNÍ U=2 W/m <sup>2</sup> K

## B.2.2 Posouzení součinitelů prostupu tepla

	U [W/m <sup>2</sup> K]	U <sub>N</sub> [W/m <sup>2</sup> K]	POSOUZENÍ
OBVODOVÉ ZDIVO YTONG 1NP	0,33	0,3	NEVYHOVUJE
STÁVAJÍCÍ ZDIVO	1,74	1,05	NEVYHOVUJE
OBVODOVÉ ZDIVO YTONG 2NP	0,16	0,3	VYHOVUJE
PODLAHA 1NP	0,29	0,45	VYHOVUJE
PODLAHA 2NP (NAD GARÁŽÍ)	0,15	0,6	VYHOVUJE
STROP 2NP	0,11	0,6	VYHOVUJE
PLASTOVÉ OKNO	0,7	1,5	VYHOVUJE
DVEŘE VENKOVNÍ	1,4	1,7	VYHOVUJE
DVEŘE VNITŘNÍ	2	3,5	VYHOVUJE

## B.2.3 Výpočet tepelných ztrát jednotlivých místností

Zároveň 101 15°C -15°C

Ozn.	Tloušťka [cm]	Délka [m]	Šířka/výška [m]	Plocha [m <sup>2</sup> ]	Plocha otvorů [m <sup>2</sup> ]	Plocha bez otvorů [m <sup>2</sup> ]	Součinitel Uk [W/m <sup>2</sup> K]	ΔU [W/m <sup>2</sup> K]	Ukc [W/m <sup>2</sup> K]	ΔΘ	φT,i [W]
SO1	37,5	7,124	3,65	26,00	2,8	23,20	0,33	0,05	0,38	30	264,51
SO2	37,5	3,325	3,65	12,14	2,30	9,84	0,33	0,05	0,38	5	18,69
SN1	25	2,924	3,65	10,67	1,89	8,78	0,46	0,05	0,51	-5	-22,40
SN2	10	1,162	3,65	4,24	2,1	2,14	0,96	0,05	1,01	0	0,00
SN3	10	3,1	3,65	11,32	0	11,32	0,96	0,05	1,01	0	0,00
SN4	15	1,037	3,65	3,79	1,68	2,11	0,7	0,05	0,75	-9	-25,55
SN5	25	1,1	3,65	4,02	0	4,02	0,46	0,05	0,51	-9	-18,43
SN6	15	1,125	3,65	4,11	0	4,11	0,7	0,05	0,75	-9	-27,72
Pdz	-			13,11		13,11	0,29	0,05	0,34	15	66,86
Str				13,11		13,11	0,21	0,05	0,26	0	0,00
OZ1		1	0,6	0,6			0,7	0,02	0,72	30	12,96
OZ2		1	2,2	2,2			0,7	0,02	0,72	30	47,52
DO1		1	2,3	2,3			1,4	0,02	1,42	5	16,33
DN1		0,9	2,1	1,89			2	0,02	2,02	-5	-19,09
DN2		1	2,1	2,1			2	0,02	2,02	0	0,00
DN3		0,8	2,1	1,68			2	0,02	2,02	-9	-30,54
										ΣφT,i	283,15
										Hv,i	6,75
										φv,i	202,5
	Vm=39,723	n50=3	e=0,03	e=1	nmin=0,5	Vinf,i= 7,15	Vmin,i=19,86	Vi=19,86			
										φi	485,65

Pokoj 102 20°C -15°C

Ozn.	Tloušťka [cm]	Délka [m]	Šířka/výška [m]	Plocha [m <sup>2</sup> ]	Plocha otvorů [m <sup>2</sup> ]	Plocha bez otvorů [m <sup>2</sup> ]	Součinitel Uk [W/m <sup>2</sup> K]	ΔU [W/m <sup>2</sup> K]	Ukc [W/m <sup>2</sup> K]	ΔΘ	φT,i [W]
SO1	37,5	5,675	3,65	20,71	0	20,71	0,33	0,05	0,38	10	78,71
SO2	37,5	8,062	3,65	29,43	6,21	23,22	0,33	0,05	0,38	35	308,78
SO3	30	3,927	3,65	14,33	0	14,33	1,74	0,05	1,79	10	256,57
SN1	10	4,622	3,65	16,87	0	16,87	0,96	0,05	1,01	5	85,20
SN2	10	0,903	3,65	3,30	0	3,30	0,96	0,05	1,01	5	16,64
SN3	10	1,111	3,65	4,06	0	4,06	0,96	0,05	1,01	5	20,48
SN4	25	2,924	3,65	10,67	1,89	8,78	0,46	0,05	0,51	5	22,40
Pdz	-			37,20		37,20	0,29	0,05	0,34	20	252,96
Str				37,2		37,20	0,21	0,05	0,26	0	0,00
OZ1		2,7	2,3	6,21			0,7	0,02	0,72	35	156,49
DN1		0,9	2,1	1,89			2	0,02	2,02	5	19,09
										ΣφT,i	1217,31
										Hv,i	19,14
										φv,i	669,9
	Vm=112,716	n50=3	e=0,03	e=1	nmin=0,5	Vinf,i= 20,289	Vmin,i=56,358	Vi=56,289			
										φi	1887,21

## Koupelna 103 24°C -15°C

Ozn.	Tloušťka [cm]	Délka [m]	Šířka/výška [m]	Plocha [m <sup>2</sup> ]	Plocha otvorů [m <sup>2</sup> ]	Plocha bez otvorů [m <sup>2</sup> ]	Součinitel Uk [W/m <sup>2</sup> K]	ΔU [W/m <sup>2</sup> K]	Ukc [W/m <sup>2</sup> K]	ΔΘ	φT,i [W]	
SO1	30	3,326	3,65	12,14	0	12,14	1,74	0,05	1,79	14	304,23	
SO2	37,5	1,079	3,65	3,94	0,60	3,34	0,33	0,05	0,38	39	49,47	
SN1	15	1,368	3,65	4,99	0	4,99	0,7	0,05	0,75	9	33,70	
SN2	25	1,1	3,65	4,02	0	4,02	0,46	0,05	0,51	9	18,43	
SN3	15	1,949	3,65	7,11	1,68	5,43	0,7	0,05	0,75	9	48,02	
Pdz	-			6,70		6,70	0,29	0,05	0,34	24	54,67	
Str				6,7		6,70	0,21	0,05	0,26	9	15,68	
OZ1		1	0,6	0,6			0,7	0,02	0,72	39	16,85	
DN1		0,8	2,1	1,68			2	0,02	2,02	9	30,54	
											ΣφT,i	571,59
											Hv,i	3,45
											φv,i	134,55
	Vm=20,301	n50=3	e=0,03	e=1	nmin=0,5	Vinf,i= 3,654	Vmin,i=10,15	Vf=10,15				
											φi	706,14

## Tech.místnost 104 15°C -15°C

Ozn.	Tloušťka [cm]	Délka [m]	Šířka/výška [m]	Plocha [m <sup>2</sup> ]	Plocha otvorů [m <sup>2</sup> ]	Plocha bez otvorů [m <sup>2</sup> ]	Součinitel Uk [W/m <sup>2</sup> K]	ΔU [W/m <sup>2</sup> K]	Ukc [W/m <sup>2</sup> K]	ΔΘ	φT,i [W]	
SO1	30	1,651	3,65	6,03	0	6,03	1,74	0,05	1,79	5	53,93	
SN1	25	2,214	3,65	8,08	0	8,08	0,46	0,05	0,51	-9	-37,09	
SN2	15	1,312	3,65	4,79	0	4,79	0,7	0,05	0,75	-9	-32,32	
SN3	10	3	3,65	10,95	0	10,95	0,96	0,05	1,01	0	0,00	
SN4	10	1,312	3,65	4,79	2,1	2,69	0,96	0,05	1,01	0	0,00	
SN5	10	1,069	3,65	3,90	0	3,90	0,96	0,05	1,01	-5	-19,70	
SN6	10	0,82	3,65	2,99	0	2,99	0,96	0,05	1,01	-5	-15,11	
SN7	10	4,584	3,65	16,73	0	16,73	0,96	0,05	1,01	-5	-84,49	
Pdz	-			12,00		12,00	0,29	0,05	0,34	15	61,20	
Str				12		12,00	0,21	0,05	0,26	0	0,00	
DN1		1	2,1	2,1			2	0,02	2,02	0	0,00	
											ΣφT,i	-73,60
											Hv,i	6,18
											φv,i	185,4
	Vm=36,36	n50=3	e=0,03	e=1	nmin=0,5	Vinf,i= 6,545	Vmin,i=18,18	Vf=18,18				
											φi	111,80

## Schodiště 201 15°C -15°C

Ozn.	Tloušťka [cm]	Délka [m]	Šířka/výška [m]	Plocha [m <sup>2</sup> ]	Plocha otvorů [m <sup>2</sup> ]	Plocha bez otvorů [m <sup>2</sup> ]	Součinitel Uk [W/m <sup>2</sup> K]	ΔU [W/m <sup>2</sup> K]	Ukc [W/m <sup>2</sup> K]	ΔΘ	φT,i [W]	
SO1	50	4	3,01	12,04	2,175	9,87	0,16	0,05	0,21	30	62,15	
SN1	15	3,7	3,01	11,14	0	11,14	0,7	0,05	0,75	-9	-75,17	
SN2	15	2,25	3,01	6,77	1,89	4,88	0,7	0,05	0,75	0	0,00	
SN3	10	1,25	3,01	3,76	0	3,76	0,96	0,05	1,01	0	0,00	
SN4	10	1,25	3,01	3,76	1,89	1,87	0,96	0,05	1,01	0	0,00	
SN5	10	1,449	3,01	4,36	0	4,36	0,96	0,05	1,01	0	0,00	
SN6	10	3	3,01	9,03	0	9,03	0,96	0,05	1,01	0	0,00	
SN7	15	1	3,01	3,01	0	3,01	0,7	0,05	0,75	-5	-11,29	
Pd1	-			8,27		8,27	0,21	0,05	0,26	-9	-19,35	
Str				8,27		8,27	0,11	0,05	0,16	21	27,79	
OZ1		1,5	1,45	2,175			0,7	0,02	0,72	30	46,98	
DN1		0,9	2,1	1,89			2	0,02	2,02	0	0,00	
DN2		0,9	2,1	1,89			2	0,02	2,02	0	0,00	
											ΣφT,i	31,10
											Hv,i	3,78
											φv,i	113,4
	Vm=22,246	n50=3	e=0,03	e=1	nmin=0,5	Vinf,i= 4,004	Vmin,i=11,123	Vf=11,123				
											φi	144,50

Tech.místnost 202 15°C -15°C

Ozn.	Tloušťka [cm]	Délka [m]	Šířka/výška [m]	Plocha [m <sup>2</sup> ]	Plocha otvorů [m <sup>2</sup> ]	Plocha bez otvorů [m <sup>2</sup> ]	Součinitel Uk [W/m <sup>2</sup> K]	ΔU [W/m <sup>2</sup> K]	Ukc [W/m <sup>2</sup> K]	ΔΘ	φT,i [W]
SN1	15	1,65	3,01	4,97	0	4,97	0,7	0,05	0,75	0	0,00
SN2	15	2,6	3,01	7,83	0	7,83	0,7	0,05	0,75	-5	-29,35
SN3	10	1,1	3,01	3,31	0	3,31	0,96	0,05	1,01	0	0,00
SN4	10	1,25	3,01	3,76	1,89	1,87	0,96	0,05	1,01	0	0,00
SN5	10	1,25	3,01	3,76	0	3,76	0,96	0,05	1,01	0	0,00
SN6	10	2,9	3,01	8,73	0	8,73	0,96	0,05	1,01	0	0,00
Pd1	-			5,67		5,67	0,21	0,05	0,26	0	0,00
Str				5,67		5,67	0,11	0,05	0,16	21	19,05
DN1		0,9	2,1	1,89			2	0,02	2,02	0	0,00
										ΣφT,i	-10,30
										Hv,i	2,59
										φv,i	77,7
	Vm=15,252	n50=3	e=0,03	e=1	nmin=0,5	Vinf,i= 2,745	Vmin,i=7,626	Vi=7,626			
										φi	67,40

Ložnice 203 20°C -15°C

Ozn.	Tloušťka [cm]	Délka [m]	Šířka/výška [m]	Plocha [m <sup>2</sup> ]	Plocha otvorů [m <sup>2</sup> ]	Plocha bez otvorů [m <sup>2</sup> ]	Součinitel Uk [W/m <sup>2</sup> K]	ΔU [W/m <sup>2</sup> K]	Ukc [W/m <sup>2</sup> K]	ΔΘ	φT,i [W]
SO1	50	4	3,01	12,04	2,32	9,72	0,16	0,05	0,21	35	71,44
SO2	50	5,36	3,01	16,13	0	16,13	0,16	0,05	0,21	35	118,58
SN1	10	4	3,01	12,04	1,68	10,36	0,96	0,05	1,01	0	0,00
SN2	10	1,5	3,01	4,52	1,89	2,63	0,96	0,05	1,01	0	0,00
SN3	15	3,86	3,01	11,62	0	11,62	0,7	0,05	0,75	5	43,57
Pd1	-			21,39		21,39	0,21	0,05	0,26	5	27,81
Str				21,39		21,39	0,11	0,05	0,16	26	88,98
OZ1		1,6	1,45	2,32			0,7	0,02	0,72	35	58,46
DN1		0,8	2,1	1,68			2	0,02	2,02	0	0,00
DN2		0,9	2,1	1,89			2	0,02	2,02	0	0,00
										ΣφT,i	408,85
										Hv,i	9,78
										φv,i	342,3
	Vm=57,539	n50=3	e=0,03	e=1	nmin=0,5	Vinf,i= 10,357	Vmin,i=28,77	Vi=28,77			
										φi	751,15

Pracovna 204 20°C -15°C

Ozn.	Tloušťka [cm]	Délka [m]	Šířka/výška [m]	Plocha [m <sup>2</sup> ]	Plocha otvorů [m <sup>2</sup> ]	Plocha bez otvorů [m <sup>2</sup> ]	Součinitel Uk [W/m <sup>2</sup> K]	ΔU [W/m <sup>2</sup> K]	Ukc [W/m <sup>2</sup> K]	ΔΘ	φT,i [W]
SO1	50	3,55	3,01	10,69	0	10,69	0,16	0,05	0,21	35	78,54
SO2	50	1,85	3,01	5,57	1,26	4,31	0,16	0,05	0,21	35	31,67
SN1	10	3,55	3,01	10,69	0	10,69	0,96	0,05	1,01	0	0,00
SN2	10	1,85	3,01	5,57	1,68	3,89	0,96	0,05	1,01	0	0,00
Pd1	-			6,57		6,57	0,21	0,05	0,26	0	0,00
Str				6,57		6,57	0,11	0,05	0,16	26	27,33
OZ1		0,9	1,4	1,26			0,7	0,02	0,72	35	31,75
DN1		0,8	2,1	1,68			2	0,02	2,02	0	0,00
										ΣφT,i	169,29
										Hv,i	3,01
										φv,i	105,35
	Vm=17,673	n50=3	e=0,03	e=1	nmin=0,5	Vinf,i= 3,181	Vmin,i=8,837	Vi=8,837			
										φi	274,64

## Ložnice 205 20°C -15°C

Ozn.	Tloušťka [cm]	Délka [m]	Šířka/výška [m]	Plocha [m <sup>2</sup> ]	Plocha otvorů [m <sup>2</sup> ]	Plocha bez otvorů [m <sup>2</sup> ]	Součinitel Uk [W/m <sup>2</sup> K]	ΔU [W/m <sup>2</sup> K]	Ukc [W/m <sup>2</sup> K]	ΔΘ	ΦT,i [W]
SO1	50	3,35	3,01	10,08	2,52	7,56	0,16	0,05	0,21	35	55,59
SN1	10	3,55	3,01	10,69	0	10,69	0,96	0,05	1,01	0	0,00
SN2	10	3,55	3,01	10,69	0	10,69	0,96	0,05	1,01	0	0,00
SN3	10	2,05	3,01	6,17	0	6,17	0,96	0,05	1,01	0	0,00
SN4	10	1,3	3,01	3,91	1,89	2,02	0,96	0,05	1,01	0	0,00
PdI	-			11,89		11,89	0,21	0,05	0,26	0	0,00
Str				11,89		11,89	0,11	0,05	0,16	26	49,46
OZ1		1,8	1,4	2,52			0,7	0,02	0,72	35	63,50
DN1		0,9	2,1	1,89			2	0,02	2,02	0	0,00
										ΣΦT,i	168,56
										Hv,i	5,44
										φv,i	190,4
	Vm=31,98	n50=3	e=0,03	e=1	nmin=0,5	Vinf,i= 5,756	Vmin,i=15,99	Vi=15,99			
										φi	358,96

## Pokoj 206 20°C -15°C

Ozn.	Tloušťka [cm]	Délka [m]	Šířka/výška [m]	Plocha [m <sup>2</sup> ]	Plocha otvorů [m <sup>2</sup> ]	Plocha bez otvorů [m <sup>2</sup> ]	Součinitel Uk [W/m <sup>2</sup> K]	ΔU [W/m <sup>2</sup> K]	Ukc [W/m <sup>2</sup> K]	ΔΘ	ΦT,i [W]
SO1	50	3,35	3,01	10,08	2,52	7,56	0,16	0,05	0,21	35	55,59
SN1	10	3,55	3,01	10,69	0	10,69	0,96	0,05	1,01	0	0,00
SN2	10	3,55	3,01	10,69	0	10,69	0,96	0,05	1,01	0	0,00
SN3	10	3,35	3,01	10,08	1,89	8,19	0,96	0,05	1,01	0	0,00
PdI	-			11,89		11,89	0,21	0,05	0,26	0	0,00
Str				11,89		11,89	0,11	0,05	0,16	26	49,46
OZ1		1,8	1,4	2,52			0,7	0,02	0,72	35	63,50
DN1		0,9	2,1	1,89			2	0,02	2,02	0	0,00
										ΣΦT,i	168,56
										Hv,i	5,44
										φv,i	190,4
	Vm=31,98	n50=3	e=0,03	e=1	nmin=0,5	Vinf,i= 5,756	Vmin,i=15,99	Vi=15,99			
										φi	358,96

## Pokoj 207 20°C -15°C

Ozn.	Tloušťka [cm]	Délka [m]	Šířka/výška [m]	Plocha [m <sup>2</sup> ]	Plocha otvorů [m <sup>2</sup> ]	Plocha bez otvorů [m <sup>2</sup> ]	Součinitel Uk [W/m <sup>2</sup> K]	ΔU [W/m <sup>2</sup> K]	Ukc [W/m <sup>2</sup> K]	ΔΘ	ΦT,i [W]
SO1	50	3,35	3,01	10,08	2,52	7,56	0,16	0,05	0,21	35	55,59
SN1	10	3,55	3,01	10,69	0	10,69	0,96	0,05	1,01	0	0,00
SN2	10	3,55	3,01	10,69	0	10,69	0,96	0,05	1,01	0	0,00
SN3	10	3,35	3,01	10,08	1,89	8,19	0,96	0,05	1,01	0	0,00
PdI	-			11,89		11,89	0,15	0,05	0,2	10	23,78
Str				11,89		11,89	0,11	0,05	0,16	26	49,46
OZ1		1,8	1,4	2,52			0,7	0,02	0,72	35	63,50
DN1		0,9	2,1	1,89			2	0,02	2,02	0	0,00
										ΣΦT,i	192,34
										Hv,i	5,44
										φv,i	190,4
	Vm=31,98	n50=3	e=0,03	e=1	nmin=0,5	Vinf,i= 5,756	Vmin,i=15,99	Vi=15,99			
										φi	382,74



## Chodba 208 20°C -15°C

Ozn.	Tloušťka [cm]	Délka [m]	Šířka/výška [m]	Plocha [m <sup>2</sup> ]	Plocha otvorů [m <sup>2</sup> ]	Plocha bez otvorů [m <sup>2</sup> ]	Součinitel Uk [W/m <sup>2</sup> K]	ΔU [W/m <sup>2</sup> K]	Ukc [W/m <sup>2</sup> K]	ΔΘ	φT,i [W]
SN1	10	8,1	3,01	24,38	5,67	18,71	0,96	0,05	1,01	0	0,00
SN2	15	1,8	3,01	5,42	2,31	3,11	0,7	0,05	0,75	0	0,00
SN3	10	1,5	3,01	4,52	1,89	2,63	0,96	0,05	1,01	0	0,00
SN4	15	3,37	3,01	10,14	1,89	8,25	0,7	0,05	0,75	5	38,04
SN5	10	1,1	3,01	3,31	1,68	1,63	0,96	0,05	1,01	0	0,00
SN6	10	2,8	3,01	8,43	1,68	6,75	0,96	0,05	1,01	-4	-34,05
Pdl	-			13,32		13,32	0,15	0,05	0,2	10	26,64
Str				13,32		13,32	0,11	0,05	0,16	26	55,41
DN1		0,9	2,1	1,89			2	0,02	2,02	0	0,00
DN2		0,9	2,1	1,89			2	0,02	2,02	0	0,00
DN3		0,9	2,1	1,89			2	0,02	2,02	0	0,00
DN4		0,9	2,1	1,89			2	0,02	2,02	0	0,00
DN5		1,1	2,1	2,31			2	0,02	2,02	0	0,00
DN6		0,8	2,1	1,68			2	0,02	2,02	-4	-13,57
DN7		0,8	2,1	1,68			2	0,02	2,02	0	0,00
DN8		0,9	2,1	1,89			2	0,02	2,02	5	19,09
										ΣφT,i	91,56
										Hv,i	6,09
										φv,i	213,15
	Vm=35,83	n50=3	e=0,03	e=1	nmin=0,5	Vinf,i= 6,45	Vmin,i=17,915	Vi=17,915			
										φi	304,71

## WC 209 20°C -15°C

Ozn.	Tloušťka [cm]	Délka [m]	Šířka/výška [m]	Plocha [m <sup>2</sup> ]	Plocha otvorů [m <sup>2</sup> ]	Plocha bez otvorů [m <sup>2</sup> ]	Součinitel Uk [W/m <sup>2</sup> K]	ΔU [W/m <sup>2</sup> K]	Ukc [W/m <sup>2</sup> K]	ΔΘ	φT,i [W]
SN1	10	1,1	3,01	3,31	1,68	1,63	0,96	0,05	1,01	0	0,00
SN2	10	1,1	3,01	3,31	0	3,31	0,96	0,05	1,01	-4	-13,38
SN3	10	1,6	3,01	4,82	0	4,82	0,96	0,05	1,01	-4	-19,46
SN4	15	1,6	3,01	4,82	0	4,82	0,7	0,05	0,75	5	18,06
Pdl	-			1,76		1,76	0,15	0,05	0,2	10	3,52
Str				1,76		1,76	0,11	0,05	0,16	26	7,32
DN1		0,8	2,1	1,68			2	0,02	2,02	0	0,00
										ΣφT,i	-3,93
										Hv,i	0,80
										φv,i	28
	Vm=4,73	n50=3	e=0,03	e=1	nmin=0,5	Vinf,i= 0,851	Vmin,i=2,365	Vi=2,365			
										φi	24,07

## Koupelna 210 24°C -15°C

Ozn.	Tloušťka [cm]	Délka [m]	Šířka/výška [m]	Plocha [m <sup>2</sup> ]	Plocha otvorů [m <sup>2</sup> ]	Plocha bez otvorů [m <sup>2</sup> ]	Součinitel Uk [W/m <sup>2</sup> K]	ΔU [W/m <sup>2</sup> K]	Ukc [W/m <sup>2</sup> K]	ΔΘ	φT,i [W]
SO1	50	5,25	3,01	15,80	2,175	13,63	0,16	0,05	0,21	39	129,42
SN1	10	3,44	3,01	10,35	1,68	8,67	0,96	0,05	1,01	4	41,83
SN2	10	1,7	3,01	5,12	0	5,12	0,96	0,05	1,01	9	46,51
SN3	10	1,2	3,01	3,61	0	3,61	0,96	0,05	1,01	4	14,59
SN4	15	1,75	3,01	5,27	0	5,27	0,7	0,05	0,75	9	35,56
SN5	15	0,866	3,01	2,61	0	2,61	0,7	0,05	0,75	4	7,82
SN6	15	2,837	3,01	8,54	0	8,54	0,7	0,05	0,75	4	25,62
Pdl	-			15,89		15,89	0,15	0,05	0,2	14	44,49
Str				15,89		15,89	0,11	0,05	0,16	30	76,27
DN1		0,8	2,1	1,68			2	0,02	2,02	4	13,57
										ΣφT,i	306,27
										Hv,i	7,27
										φv,i	283,53
	Vm=42,74	n50=3	e=0,03	e=1	nmin=0,5	Vinf,i= 7,693	Vmin,i=21,37	Vi=21,37			
										φi	589,80

## Spíž 211 15°C -15°C

Ozn.	Tloušťka [cm]	Délka [m]	Šířka/výška [m]	Plocha [m <sup>2</sup> ]	Plocha otvorů [m <sup>2</sup> ]	Plocha bez otvorů [m <sup>2</sup> ]	Součinitel Uk [W/m <sup>2</sup> K]	ΔU [W/m <sup>2</sup> K]	Ukc [W/m <sup>2</sup> K]	ΔΘ	ΦT,i [W]
SO1	50	1,8	3,01	5,42	0	5,42	0,16	0,05	0,21	30	34,13
SN1	15	1,8	3,01	5,42	0	5,42	0,7	0,05	0,75	-9	-36,57
SN2	10	1,8	3,01	5,42	0	5,42	0,96	0,05	1,01	-5	-27,36
SN3	10	1,8	3,01	5,42	1,47	3,95	0,96	0,05	1,01	-5	-27,36
PdI	-			3,80		3,80	0,15	0,05	0,2	5	3,80
Str				3,8		3,80	0,11	0,05	0,16	21	12,77
DN1		0,7	2,1	1,47			2	0,02	2,02	-5	-14,85
										ΣΦT,i	-89,57
										Hv,i	1,74
										φv,i	52,2
	Vm=10,22	n50=3	e=0,03	ε=1	nmin=0,5	Vinf,i= 1,84	Vmin,i=5,11	Vi=5,11			
										φi	-37,37

## Obýv.pokoj+kuchyň 212 20°C -15°C

Ozn.	Tloušťka [cm]	Délka [m]	Šířka/výška [m]	Plocha [m <sup>2</sup> ]	Plocha otvorů [m <sup>2</sup> ]	Plocha bez otvorů [m <sup>2</sup> ]	Součinitel Uk [W/m <sup>2</sup> K]	ΔU [W/m <sup>2</sup> K]	Ukc [W/m <sup>2</sup> K]	ΔΘ	ΦT,i [W]
SO1	50	5,2	3,01	15,65	4,35	11,30	0,16	0,05	0,21	35	115,04
SO2	50	5,7	3,01	17,16	0	17,16	0,16	0,05	0,21	35	126,10
SO3	50	2,9	3,01	8,73	3,68	5,05	0,16	0,05	0,21	35	64,16
SO4	50	3,3	3,01	9,93	0	9,93	0,16	0,05	0,21	35	73,01
SO5	50	5,75	3,01	17,31	5,04	12,27	0,16	0,05	0,21	35	127,21
SN1	15	3,55	3,01	10,69	0	10,69	0,7	0,05	0,75	0	0,00
SN2	15	1,6	3,01	4,82	2,31	2,51	0,7	0,05	0,75	0	0,00
SN3	15	2,63	3,01	7,92	0	7,92	0,7	0,05	0,75	-4	-23,75
SN4	10	2,1	3,01	6,32	0	6,32	0,96	0,05	1,01	5	31,92
SN5	10	2	3,01	6,02	1,47	4,55	0,96	0,05	1,01	5	30,40
PdI	-			59,33		59,33	0,15	0,05	0,2	10	118,66
Str				59,33		59,33	0,11	0,05	0,16	26	246,81
OZ1		1,5	1,45	2,175			0,7	0,02	0,72	35	54,81
OZ2		1,5	1,45	2,175			0,7	0,02	0,72	35	54,81
OZ3		1,8	1,4	2,52			0,7	0,02	0,72	35	63,50
OZ4		1,8	1,4	2,52			0,7	0,02	0,72	35	63,50
OZ5		1,6	2,3	3,68			0,7	0,02	0,72	35	92,74
DN1		1,1	2,1	2,31			2	0,02	2,02	0	0,00
DN2		0,7	2,1	1,47			2	0,02	2,02	5	14,85
										ΣΦT,i	748,26
										Hv,i	27,13
										φv,i	949,55
	Vm=159,6	n50=3	e=0,03	ε=1	nmin=0,5	Vinf,i= 28,728	Vmin,i=79,8	Vi=79,8			
										φi	1697,81

ZTRÁTY CELKEM [W] = 8108

Celková ztráta objektu j 8,1 kW.

## B.3 Energetický štítek obálky budovy

### PROTOKOL K ENERGETICKÉMU ŠTÍTKU OBÁLKY BUDOVY

(zpracovaný podle ČSN 73 0540-2/2011)

#### Identifikační údaje

Druh stavby Adresa (místo, ulice, číslo, PSČ) Katastrální území a katastrální číslo Provozovatel, popř. budoucí provozovatel	Rodinný dům Luka nad Jihlavou (Jihlava)
Vlastník nebo společenství vlastníků, popř. stavebník Adresa (místo, ulice, číslo, PSČ) Telefon / E-mail	

#### Charakteristika budovy

Objem budovy $V$ - vnější objem vytápěné zóny budovy, nezahrnuje lodžie, římsy, atiky a základy	963,35m <sup>3</sup>
Celková plocha $A$ - součet vnějších ploch ochlazovaných konstrukcí ohraničujících objem budovy	751,32m <sup>2</sup>
Geometrická charakteristika budovy $A / V$	0,78m <sup>2</sup> /m <sup>3</sup>
Převažující vnitřní teplota v otopném období $\theta_{im}$	20°C
Vnější návrhová teplota v zimním období $\theta_e$	-15°C

## Měrná tepelná ztráta a průměrná součinitel prostupu tepla

Konstrukce	Referenční budova (stanovení požadavku)				Hodnocená budova			
	Plocha	Součinitel prostupu tepla	Redukční čísel	Měrná ztráta prostupem tepla	Plocha	Součinitel prostupu tepla	Redukční čísel	Měrná ztráta prostupem tepla
	A	U	b	H <sub>T</sub>	A	U	b	H <sub>T</sub>
		(požadovaná hodnota podle ČSN 73 0540-2/2011)						
	[m <sup>2</sup> ]	[W/(m <sup>2</sup> .K)]	[-]	[W/K]	[m <sup>2</sup> ]	[W/(m <sup>2</sup> .K)]	[-]	[W/K]
SO1	55,21	0,3	1	16,56	55,21	0,33	1	18,22
SO2	34,2	1,05	0,31	11,13	34,2	0,33	0,31	3,5
SO3	36,5	1,05	0,31	11,88	36,5	1,74	0,31	19,69
PDL1	90,4	0,45	0,63	25,63	90,4	0,29	0,63	16,52
O	7,41	1,5	1,5	11,12	7,41	0,7	1	5,19
D	4,5	1,7	1	7,65	4,5	1,4	1	6,3
SO4	113,81	0,3	1	34,14	113,81	0,16	1	18,21
SO5	50,27	1,05	0,31	16,36	50,27	0,16	0,31	2,49
PDL2	120,03	0,6	0,31	22,33	120,03	0,15	0,31	5,58
STR	210,43	0,3	0,44	27,78	210,43	0,11	0,44	10,18
O2	28,56	1,5	1	42,84	28,56	0,7	1	19,99
Zbývající část plochy výplně otvorů započtena jako obvodová stěna					-	-	-	-
Celkem	751,32			227,42	751,32			125,87
Tepelné vazby		0,02*751,32		15,0264		0,05*751,32		37,566
Celková měrná ztráta prostupem tepla				242,44				163,44
Průměrný součinitel prostupu tepla podle 5.3.4 a tabulky 5		max. U <sub>em</sub> pro A/V		požadovaná hodnota:				
				0,32				0,22
		75% z požadované hodnoty		doporučená hodnota:				
	=			0,24				
Klasifikační třída obálky budovy podle přílohy C				0,69	Třída B			

### Stanovení prostupu tepla obálkou budovy

Měrná ztráta prostupem tepla $H_T$	W/K	<b>163,44</b>
Průměrný součinitel prostupu tepla $U_{em} = H_T / A$	W/(m <sup>2</sup> ·K)	<b>0,22</b>
Doporučený součinitel prostupu tepla $U_{em, N rc}$	W/(m <sup>2</sup> ·K)	<b>0,24</b>
Požadovaný součinitel prostupu tepla $U_{em, N rq}$	W/(m <sup>2</sup> ·K)	<b>0,32</b>

### Klasifikační třídy prostupu tepla obálkou hodnocené budovy

Hranice klasifikačních tříd	Klasifikační ukazatel $CI$ pro hranice klasifikačních tříd	$U_{em}$ [W/(m <sup>2</sup> ·K)] pro hranice klasifikačních tříd	
		Obecně	Pro hodnocenou budovu
A	<b>0,5</b>	$0,5 \cdot U_{em,N}$	<b>0,16</b>
B	<b>0,75</b>	$0,75 \cdot U_{em,N}$	<b>0,24</b>
C	<b>1</b>	$1 \cdot U_{em,N}$	<b>0,32</b>
D	<b>1,5</b>	$1,5 \cdot U_{em,N}$	<b>0,48</b>
E	<b>2</b>	$2 \cdot U_{em,N}$	<b>0,64</b>
F	<b>2,5</b>	$2,5 \cdot U_{em,N}$	<b>0,8</b>
G	<b>&gt;2,5</b>	$>2,5 \cdot U_{em,N}$	<b>&gt; 0,8</b>

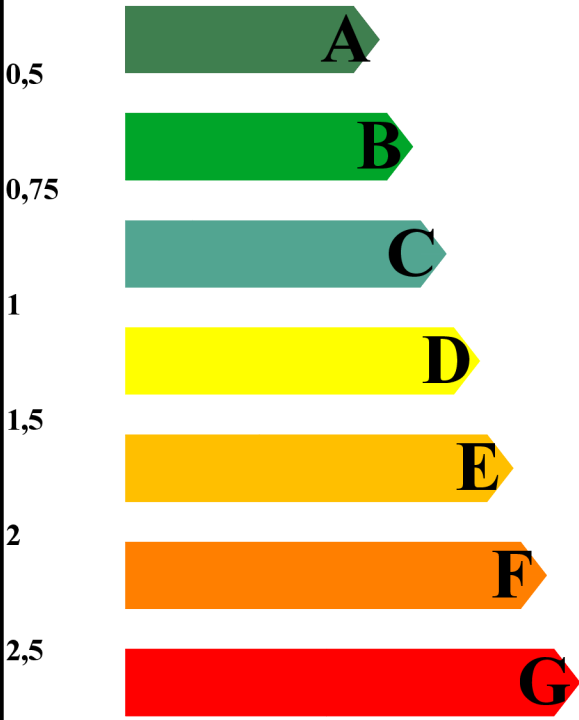
Klasifikace: objekt byl zařazen do klasifikační třídy B

Datum vystavení energetického štítku obálky budovy: 11. 11. 2015

Zpracovatel energetického štítku obálky budovy: Andrea Lustigová

Zpracoval: Andrea Lustigová

Tento protokol a energetický štítek obálky budovy odpovídá směrnici evropského parlamentu a rady č. 2002/91/ES a pr EN 15217. Byl vypracován v souladu s ČSN 73 0540-2/2011 a podle projektové dokumentace stavby dodané objednatelem.

ENERGETICKÝ ŠTÍTEK OBÁLKY BUDOVY									
				Hodnocení obálky budovy					
				stávající	doporučení				
<b>CI Velmi úsporná</b>  <p>0,5 <b>A</b></p> <p>0,75 <b>B</b></p> <p>1 <b>C</b></p> <p>1,5 <b>D</b></p> <p>2 <b>E</b></p> <p>2,5 <b>F</b></p> <p><b>G</b></p> <p><b>Mimořádně ne hospodárná</b></p>							<b>0,69</b>		
klasifikace				<b>B</b>					
Průměrný součinitel prostupu tepla obálky budovy $U_{em}$ ve $W/(m^2 \cdot K)$				<b>0,22</b>		-			
Požadovaná hodnota průměrného součinitele prostupu tepla obálky budovy podle ČSN 730540-				<b>0,32</b>		-			
Klasifikační ukazatele CI a jim odpovídající hodnoty $U_{em}$									
CI	0,5	0,75	1	1,5	2	2,5			
$U_{em}$	<b>0,16</b>	<b>0,24</b>	<b>0,32</b>	<b>0,48</b>	<b>0,64</b>	<b>0,8</b>			
Platnost štítku do 11. 11. 2025				Datum 11. 11. 2015					
Štítek vypracoval Andrea Lustigová									

## B.4 Návrh otopných ploch

OZNAČENÍ MÍSTNOSTI	VNITŘNÍ TEPLOTA [°C]	TEP. ZTRÁTY [W]	TYP OTOPNÉHO TĚLESA	SKUT. VÝKON TĚLESA [W]
101	15	485,65	1x VKM 11-900/700	518
102	20	1887,21	1x VKM 22-2300/600	1949
103	24	706,14	1x VKM 10-1400/500 KLMM 1220.600-600/1215	411 317
201	15	144,5	1x VKM 10-500/500	147
203	20	751,15	1x VKM 11-1400/700	805
204	20	274,64	1x VKM 10-800/700	307
205	20	358,96	1x VKM 10-1100/600	374
206	20	358,96	1x VKM 10-1100/600	374
207	20	382,74	1x VKM 10-1200/600	408
208	20	304,71	1x VKM 10-800/700	307
210	24	589,8	KLMM 1820.750-750/1810	600
212	20	1697,81	2x VKM 10-1400/500 2x VKM 10-1600/500	2x411 2x469
		<b>Σ7942,26</b>		<b>Σ8277</b>

## B.5 Návrh zdroje tepla

### B.5.1 Potřebný výkon zdroje

$$Q_V = Q_{ZT} + Q_{TV}$$

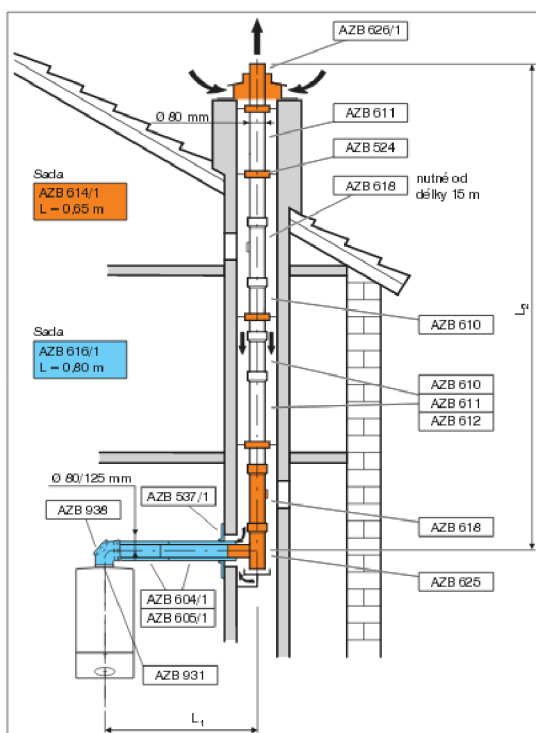
$$Q_V = 8,1 + 0,45 = 8,55 \text{ kW}$$

**Zdroj tepla:** plynový kondenzační kotel ZSBR 16 – 3 E Cerapur Comfort

**Výkon:** 3,7 – 15,9 kW

## B.5.2 Řešení spalinových cest

Vedení spalin bude řešeno spalinovým potrubím o průměru 80 mm ve stávajícím komíně. Provoz kotle je nezávislý na vzduchu z prostoru. Z toho důvodu je nasávání spalovacího vzduchu řešeno z vyústění kruhovou šterbinou mezi spalinovým potrubím a šachtou. Průměr šachty komínu je 200 mm, délky  $L_1 + L_2 = 9,7$  m, což vyhovuje požadavkům výrobce.



### Rozměry průřezu komínové šachty:

- 150 - 300 mm
- 140 - 300 mm

### Délky trubek odtahu spalín

Kotle o jmen. výkonu:	Rozměr průřezu šachty (□ délka strany popř. ○ průměr) [mm]	14 kW	16 kW	22 kW	28/30 kW	42 kW
Celková max. délka $L_1 + L_2$ <sup>1)</sup>	□ ≥ 140 × 140, ○ ≥ 150	13 m	15 m	21 m	24m	12m <sup>2)</sup>
	□ 130 × 130				23m	
	○ 140				22m	
	□ 120 × 120				17m	
Vodorovně max. celk. délka $L_1$		3 m	3 m	3 m	3 m	3 m
Redukce celk. délky při Ø 80/125, 80 na 90° koleno		2 m	2 m	3 m	3 m	3 m
Redukce celk. délky při Ø 80/125 na 30° a 45° koleno		1 m	1 m	1,5 m	1,5 m	1,5 m
Redukce celk. délky při Ø 80 na 15°, 30° a 45° koleno (vedení odtahu spalín šachtou)		1 m	1 m	1,5 m	1,5 m	1,5 m

Obr. č. 17 Řešení spalinových cest [14]



## B.6 Návrh přípravy teplé vody

### B.6.1 Příprava teplé vody – zásobníkový ohřev

#### *Denní potřeba TV*

$$V_p = 4 \cdot 40 = 160 \text{ l}$$

#### *Teplo odebrané*

$$Q_t = 1,163 \cdot V_p \cdot (t_{TV} + t_{SV}) = 1,163 \cdot 0,16 \cdot (55 - 10) = 8,37 \text{ kWh}$$

#### *Teplo ztracené*

$$Q_{zT} = Q_t \cdot z = 8,37 \cdot 0,3 = 2,51 \text{ kWh}$$

#### *Potřeba tepla celkem*

$$Q = Q_t + Q_{zT} = 8,37 + 2,51 = 10,88 \text{ kWh}$$

Rozložení potřeby TV v čase		
6 - 10 hod	25%	2,09 kWh
10 - 13 hod	5%	0,42 kWh
13 - 18 hod	30%	2,51 kWh
18 - 24 hod	40%	3,35 kWh

#### *Velikost zásobníku*

$$V_z = \frac{Q_{max}}{c \cdot \Delta t} = \frac{2,13}{1,163 \cdot (55 - 10)} = 0,041 \text{ m}^3$$

#### *Jmenovitý tepelný výkon*

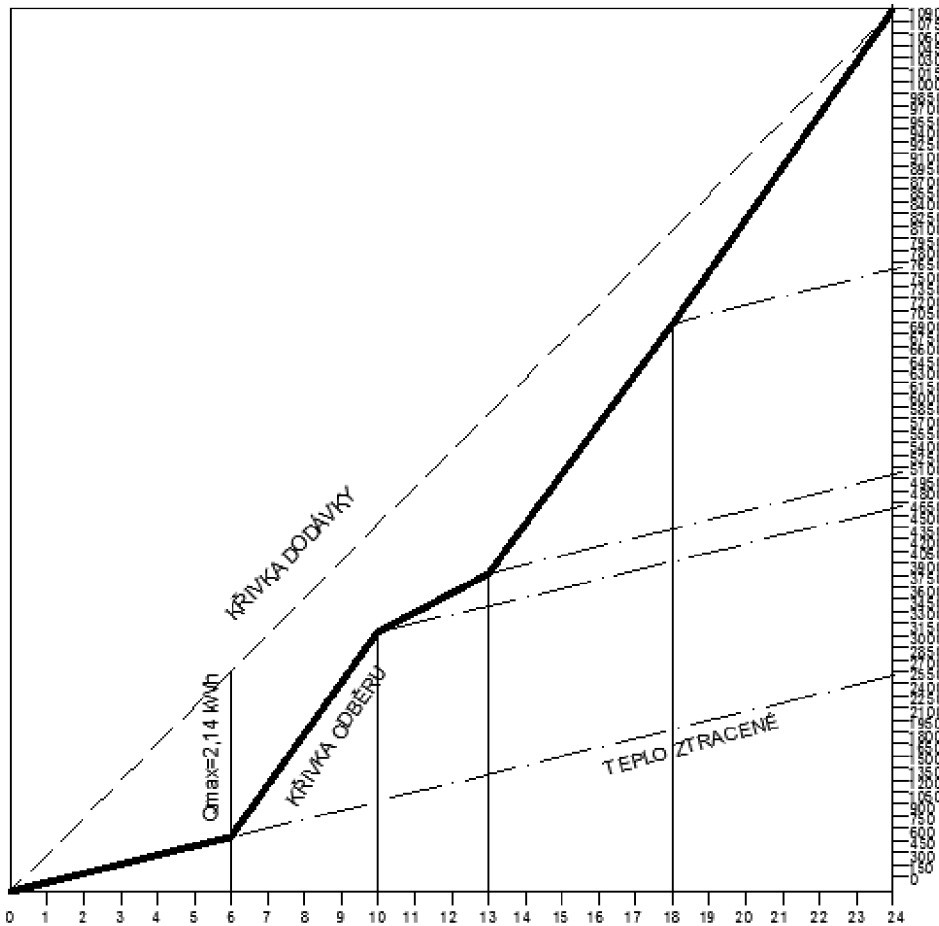
$$Q_{1N} = \left( \frac{Q}{t} \right) = \left( \frac{10,88}{24} \right) = 0,45 \text{ kW}$$

### Potřebná teplosměnná plocha

$$\Delta t = \frac{(T_1 - t_2) - (T_2 - t_1)}{\ln \frac{(T_1 - t_2)}{(T_2 - t_1)}} = \frac{(80 - 55) - (55 - 10)}{\ln \frac{(80 - 55)}{(55 - 10)}} = 34,026 \text{ } ^\circ\text{C}$$

$$A = \frac{Q_{1N} \cdot 10^3}{(U \cdot \Delta t)} = \frac{450}{(455 \cdot 34,026)} = 0,029 \text{ m}^2$$

### Křivka odběru



## B.6.2 Bilance solární soustavy pro ohřev vody a podporu vytápění

Bilance solárních termických systémů pro potřeby programu Nová zelená úsporám  
Podprogram Rodinné domy - Oblast podpory C.3.1 a C.3.2 - Instalace solárních termických systémů  
v souladu s metodikou TNI 73 0302:2014

### Identifikace žadatele:

Příjmení / Název:		Jméno:	
-------------------	--	--------	--

### Identifikace nemovitosti:

Katastrální území (číslo):		Číslo listu vlastnictví:	
Číslo parcely:		Číslo popisné:	

Žádám v oblasti podpory	C.3.2 - Solární systém pro přípravu teplé vody a přitápění
Počet osob:	4 osob
Spotřeba na osobu:	40 l/os.den (při 55 °C)

### Příprava teplé vody a vytápění

Denní spotřeba teplé vody $V_{TV,den}$	160 l/den	
Teplota studené vody $t_{SV}$	10 °C	
Teplota teplé vody $t_{TV}$	55 °C	
Návrhová teplota přívodní otopné vody otopné soustavy $t_{w1,N}$	55 °C	
Srážka z tepelných zisků kolektorů vlivem tep. ztrát $p$	0,163	
Přirážka na tepelné ztráty při přípravě teplé vody $z$	0,3	Centrální zásobníkový ohřev s řízenou cirkulací
Typ solárního zásobníku (uveďte podle projektu)	SP 750 Solar	
Objem solárního zásobníku (uveďte podle projektu)	750 l	

### Vytápění objektu (vyplňuje se pouze při žádosti v oblasti podpory C.3.2 - Solární systém pro přípravu teplé vody a přitápění)

Použití data z výpočtu podle ČSN EN ISO 13 790	NE
Tepelná ztráta domu $Q_z$	8,1 kW
Vnitřní výpočtová teplota $t_{iv}$	20 °C
Venkovní výpočtová teplota $t_{ev}$	-15 °C
Předpokládaná energetická náročnost budovy (vytápění)	běžný standard, vyhláškou požadované tepelné vlastnosti konstrukcí
Přirážka na tepelné ztráty otopné soustavy $v$	5 %

### Parametry solárních kolektorů

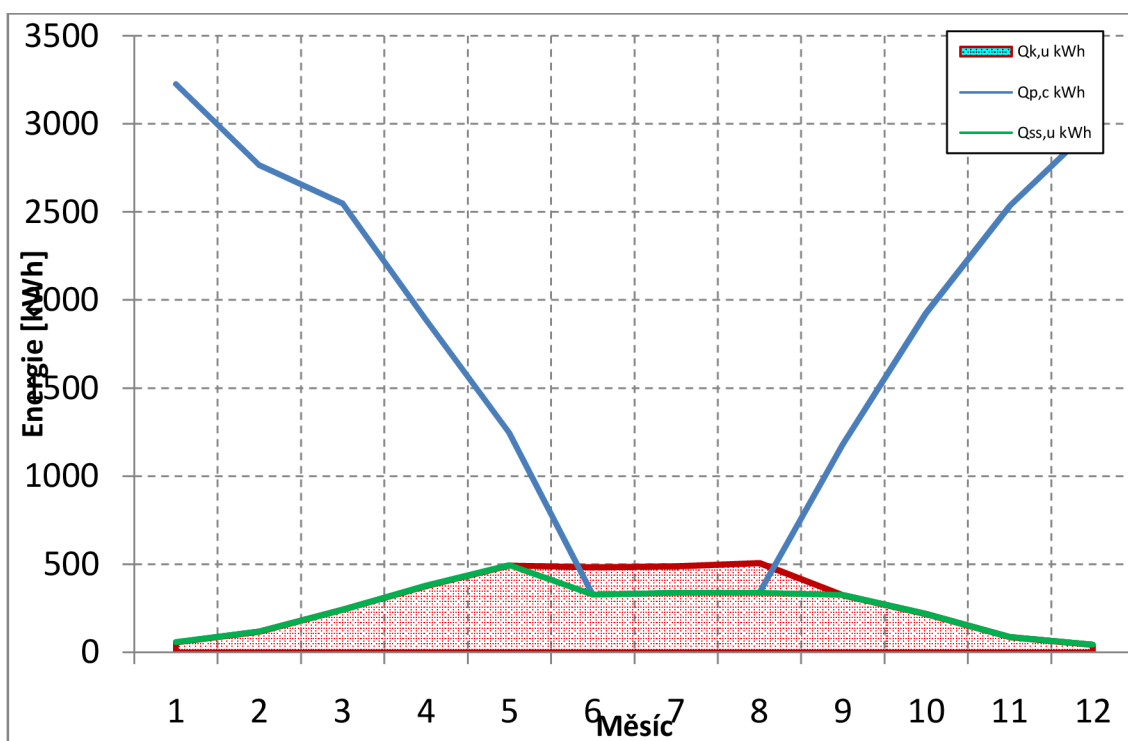
Optická účinnost $h_0$	0,766	-
Lineární součinitel tepelné ztráty kolektoru $a_1$	3,22	W/m <sup>2</sup> .K
Kvadratický součinitel tepelné ztráty kolektoru $a_2$	0,0150	W/m <sup>2</sup> .K <sup>2</sup>
Počet kolektorů	3	ks
Vztažná plocha kolektoru	2,37	m <sup>2</sup>
Celková vztažná plocha kolektoru	7,11	m <sup>2</sup>
Plocha apertury solárního kolektor $A_k$	2,25	m <sup>2</sup>
Střední denní teplota v solárních kolektorech $t_{k,m}$	41,7	°C
Sklon solárního kolektoru $b$	30	°
Azimut solárního kolektoru $g$ (jih = 0°)	15	°

### Vyhodnocení

Potřeba tepla pro přípravu TV	3973	kWh/rok	
Potřeba tepla pro vytápění	17318	kWh/rok	
Měrný využitelný zisk solárního systému $q_{ss,u}$	438	kWh/m <sup>2</sup> .rok	Vyhovuje podmínkám programu NZÚ - oblast podpory C.3.2
Celkový využitelný zisk solárního systému $Q_{ss,u}$	2957	kWh/rok	Vyhovuje podmínkám programu NZÚ - oblast podpory C.3.2
Solární podíl (pokrytí potřeby tepla) $f$	13	%	
Mínimální požadovaný objem solárního zásobníku	319	l	Vyhovuje podmínkám programu NZÚ - oblast podpory C.3.2

Všechny podmínky Programu v oblasti podpory C.3.2 jsou splněny.

měsíc	<i>n</i>	<i>t<sub>ep</sub></i>	<i>t<sub>es</sub></i>	<i>G<sub>T,m</sub></i>	<i>h<sub>k</sub></i>	<i>H<sub>T,měs</sub></i>	<i>Q<sub>k,u</sub></i>	<i>Q<sub>p,TV</sub></i>	<i>Q<sub>p,VYT</sub></i>	<i>Q<sub>pc</sub></i>	<i>Q<sub>ss,u</sub></i>
	dny	°C	°C	W/m <sup>2</sup>	-	kWh/m <sup>2</sup>	kWh	kWh	kWh	kWh	kWh
1	31	-1,3	1,8	349	0,33	32,0	57	337	2888	3226	57
2	28	-0,1	2,7	427	0,42	52,40	118	305	2462	2767	118
3	31	3,7	6,3	500	0,50	90,0	241	337	2210	2548	241
4	30	8,1	10,7	525	0,55	128,2	377	327	1562	1888	377
5	31	13,3	16,0	540	0,59	154,8	493	337	908	1246	493
6	30	16,1	18,6	543	0,61	146,9	483	327	0	327	327
7	31	18	20,5	535	0,63	145,8	489	337	0	337	337
8	31	17,9	21,1	522	0,63	151,0	507	337	0	337	337
9	30	13,5	17,1	496	0,59	103,0	324	327	853	1180	324
10	31	8,3	11,7	438	0,51	78,9	218	337	1586	1924	218
11	30	3,2	6,4	363	0,40	40,3	87	327	2204	2531	87
12	31	0,5	3,6	319	0,31	25,3	42	337	2644	2982	42
						<b>1149</b>	<b>3435</b>	<b>3973</b>	<b>17318</b>	<b>21291</b>	<b>2958</b>



<i>q<sub>ss,u</sub></i>	<b>438,2</b>	<b>kWh/m<sup>2</sup>.rok</b>
<i>f</i>	<b>13,9</b>	<b>%</b>
<i>Q<sub>ss,u</sub></i>	<b>2957,5</b>	<b>kWh/rok</b>

Návrh: 3ks solární kolektor FKC – 2 S

Kombinovaný solární zásobník SP 750 Solar, celkový objem 750 l

## B.7 Dimenzování a hydraulické posouzení potrubí, návrh oběhových čerpadel

### B.7.1 Dimenzování a hydraulické posouzení potrubí otopné soustavy

č.ú.	Q (W)	M (kg/h)	l (m)	DN Dxt	R (Pa/m)	w (m/s)	R*I (Pa)	součetξ (-)	Z (Pa)	$\Delta p_{RV}$ (Pa)	$R*I+Z+\Delta p_{RV}$ (Pa)	$\Delta p_{DIS}$ (Pa)
<b>DIMENZOVÁNÍ ZÁKLADNÍHO OKRUHU</b>												
1	600	52	4,45	12x1	70	0,189	312	11,2	200	TPV(4) 500	1262	1262
2	1011	87	2,4	15x1	50	0,189	120	0,2	4	0	124	1385
3	1422	122	14,15	18x1	33	0,173	467	10,6	159	0	626	2011
4	1891	163	2,7	18x1	55	0,233	149	0,5	14	0	162	2173
5	2360	203	2,96	18x1	80	0,289	237	0,5	21	0	258	2430
6	2768	238	3,6	22x1	36	0,215	130	0,5	12	0	141	2572
7	3142	270	3,6	22x1	45	0,244	162	0,5	15	0	177	2748
8	3516	302	2,37	22x1	55	0,274	130	0,5	19	0	149	2898
9	3823	329	5,1	22x1	65	0,302	332	3,2	146	0	477	3375
10	4277	368	3,9	22x1	80	0,34	312	0,5	29	0	341	3716
11	5082	437	3,8	22x1	110	0,407	418	0,3	25	0	443	4159
12	5082	437	1,4	22x1	110	0,407	154	0,5	41	0	195	4354
13	5600	482	10,95	22x1	130	0,448	1424	3,1	311	0	1735	6089
14	7549	649	8,5	22x1	220	0,604	1870	3,1	565	0	2435	8524
15	8277	712	1,3	22x1	260	0,663	338	5,1	1121	0	1459	9983

č.ú.	Q (W)	M (kg/h)	l (m)	DN Dxt	R (Pa/m)	w (m/s)	R*I (Pa)	součetξ (-)	Z (Pa)	stupeň přednastavení ventilu	$R*I+Z$ (Pa)	$\Delta p_{DIS}$ (Pa)
<b>DIMENZOVÁNÍ OSTATNÍ</b>												
1)	147	13	11	8x1	55	0,134	605	5,8	52	TRV(1)	657	
2)	454	39	6,2	12x1	45	0,145	279	4,4	46		325	3716
3)	805	69	1,5	15x1	33	0,148	50	5,8	64	TRV(4)	113	4159
4)	317	27	1,1	12x1	24	0,1	26	5,8	29	TPV(0,5)	55	
5)	728	63	1,5	15x1	28	0,135	42	4,4	40		82	9983

č.ú.	Q (W)	M (kg/h)	l (m)	DN Dxt	R (Pa/m)	w (m/s)	R*I (Pa)	součetξ (-)	Z (Pa)	stupeň přednastavení ventilu	$R*I+Z$ (Pa)	$\Delta p_{DIS}$ (Pa)
<b>DIMENZOVÁNÍ K OTOPNÝM TĚLESŮM</b>												
1	411	35	0,7	12x1	36	0,127	25	3,8	31	TRV(3)	56	1385
2	411	35	0,7	12x1	36	0,127	25	4,4	35	TRV(3)	61	2011
3	469	40	0,7	12x1	45	0,145	32	3,9	41	TRV(3)	72	2173
4	469	40	0,7	12x1	45	0,145	32	4,4	46	TRV(3)	78	2430
5	408	35	0,8	12x1	36	0,127	29	4,1	33	TRV(2)	62	2572
6	374	32	0,8	12x1	33	0,121	26	6,9	51	TRV(3)	77	2748
7	374	32	0,8	12x1	33	0,121	26	4,6	34	TRV(2)	60	2898
8	307	26	0,9	10x1	65	0,152	59	7,2	83	TRV(2)	142	3375
9	307	26	0,9	10x1	65	0,152	59	4,1	47	TRV(2)	106	3716
10	518	45	0,9	12x1	55	0,164	50	6,9	93	TRV(2)	142	6089
11	1949	168	0,8	22x1	20	0,153	16	4,6	54	TRV(8)	70	8524
12	411	35	0,7	12x1	36	0,127	25	7,2	58	TRV(2)	83	9983

## B.7.2 Kompenzace délkových změn

*Tvarový U kompenzátor*

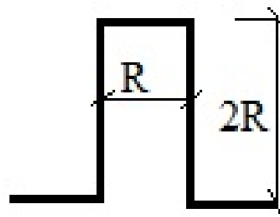
$$\Delta l = \alpha \cdot l_0 \cdot \Delta t$$

$$L_p = c \cdot \sqrt{\Delta l \cdot d}$$

d	$l_0$	$\alpha$	$\Delta t$	$\Delta l$	$L_p$
22	18000	1,66E-05	35	10,5	927,12

Charakteristický rozměr R se stanoví tabulkově v závislosti na průměru trubky a prodloužení trubky  $\Delta l$ .

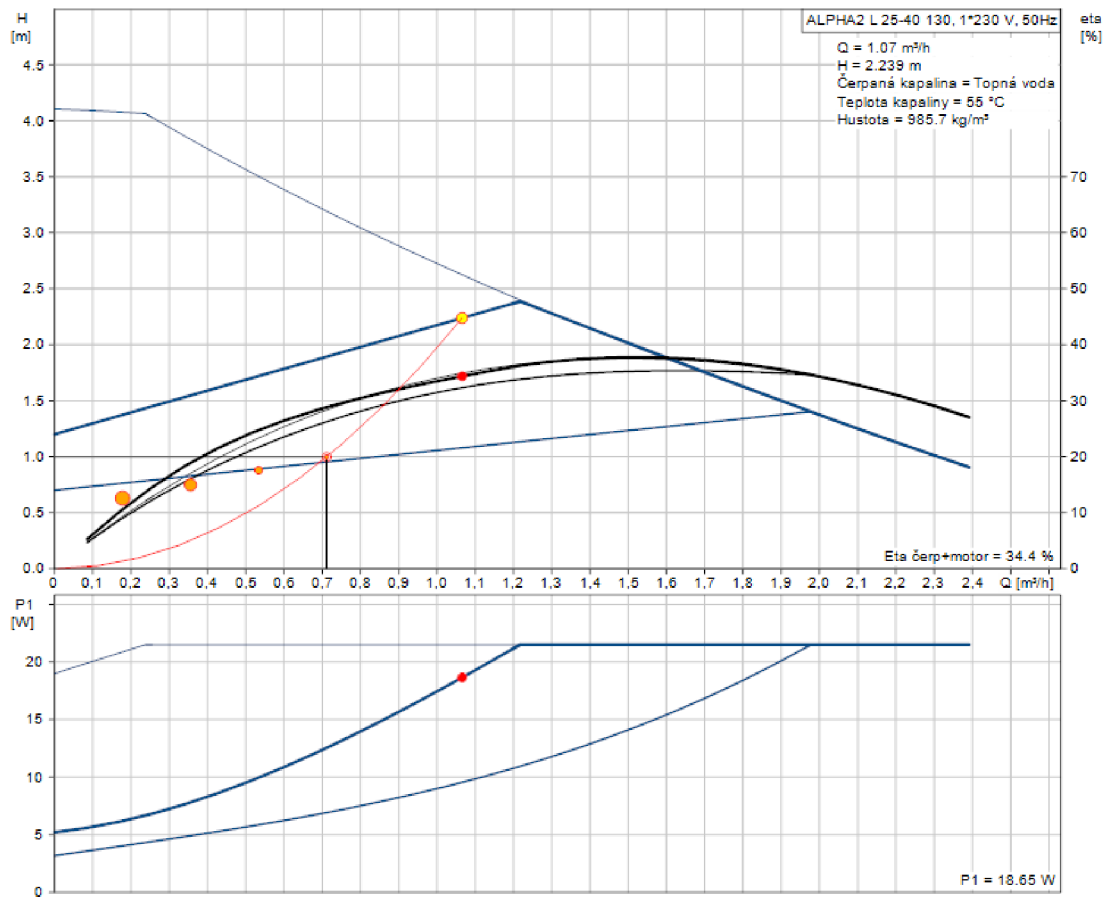
Pro prodloužení menší než 12 mm není nutné kompenzátor navrhovat, avšak na stranu bezpečnou navrhuji pro tento úsek U kompenzátor.



Návrh: R = 263 mm, 2R = 526 mm

### B.7.3 Návrh čerpadla pro otopnou soustavu

Navrženo oběhové čerpadlo Grundfos ALPHA2 L 25-40 130



Obr. č. 18 Oběhové čerpadlo1 [15]

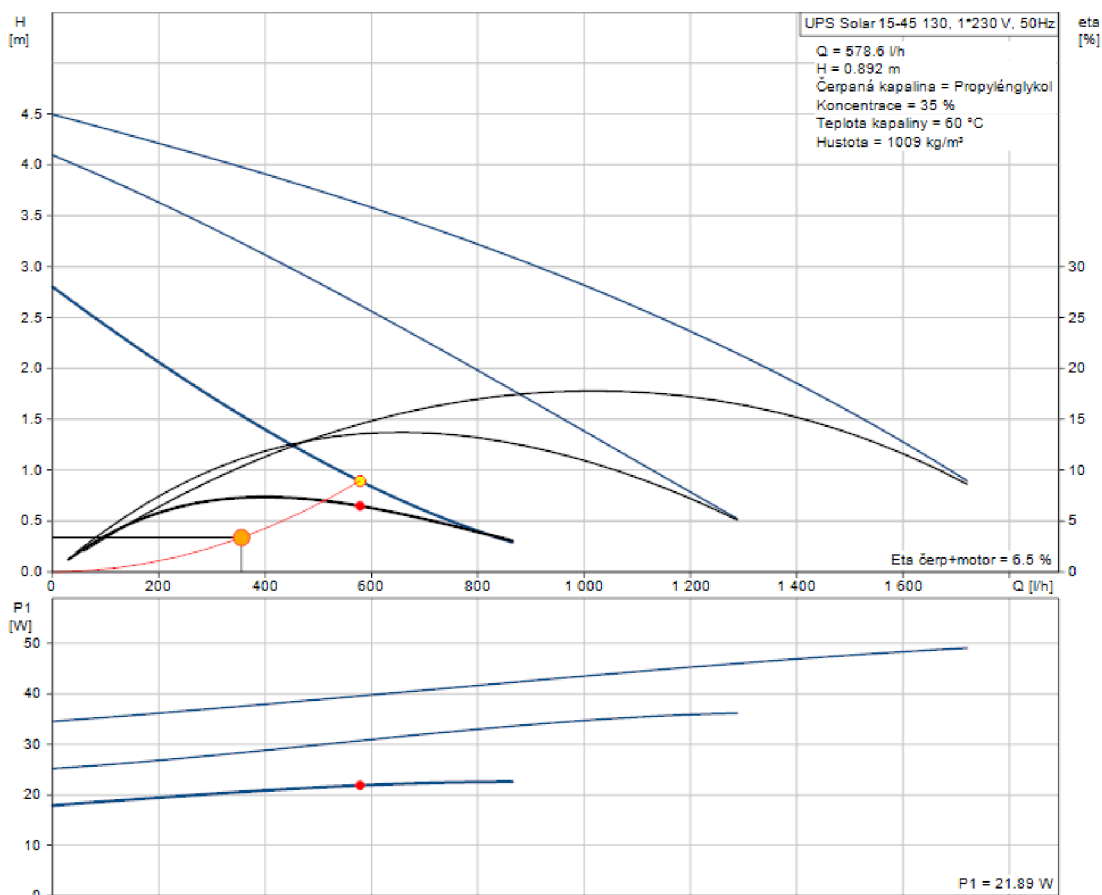
## B.7.4 Dimenzování solárního okruhu

Úsek	Průtok (l/h)	Dxt	mbar/m	Pa/m	v (m/s)	Délka (m)	Ztráta třením	Ztráta vřazenými odpory	Ztráta kolektorů výměníků regulačních armatur apod. (Pa/m)	Celkem ztráta (Pa)
1	355,5	18x1	3,5	350	0,55	7,4	2590	777	15	3382

Potrubí bude opatřeno tepelnou izolací Armaflex HT tloušťky 25 mm. Izolace je odolná proti vysokým teplotám a UV záření.

## B.7.5 Návrh čerpadla pro solární okruh

Navrženo oběhové čerpadlo Grundfos UPS Solar 15 – 45 130



Obr. č. 19 Oběhové čerpadlo 2 [15]



## B.8 Návrh zabezpečovacího zařízení

### B.8.1 Kotlový okruh

#### *Expanzní nádoba*

$$\Delta t = \Delta t_{max} - t$$

$$\Delta t = 55 - 10 = 45$$

$$n = 0,01413$$

Nejnižší dovolený přetlak

$$p_{d,dov} \geq 1,1 \cdot h \cdot \rho \cdot g$$

$$p_{d,dov} \geq 1,1 \cdot 4,4 \cdot 1000 \cdot 9,81 \cdot 10^{-3} = 47,48 \text{ kPa}$$

$$p_d \geq p_{d,dov}$$

$$p_d = 60 \text{ kPa}$$

Nejvyšší dovolený přetlak

$$p_{h,dov} \leq p_k - (h_m \cdot \rho \cdot g \cdot 10^{-3})$$

$$p_{h,dov} \leq 300 - (1 \cdot 1000 \cdot 9,81 \cdot 10^{-3}) = 290,19 \text{ kPa}$$

$$p_{hp} = 250 \text{ kPa}$$

Expanzní objem

$$V_e = 1,3 \cdot V_o \cdot n$$

$$V_e = 1,3 \cdot 225 \cdot 0,01413 = 4,13 \text{ l}$$

Objem expanzní nádoby

$$V_{EN} = \frac{V_e (p_{hp} + 100)}{(p_{hp} - p_d)} \quad V_{EN} = \frac{4,13 (250 + 100)}{(250 - 60)} = 7,6 \text{ l}$$

Expanzní nádoba Regulus HS008, objem 8 l

Expanzní potrubí

$$d_p = 10 + 0,6 \cdot Q_p^{0,5}$$

$$d_p = 10 + 0,6 \cdot 15^{0,5} = 12,3 \text{ mm} \rightarrow \text{Navrženo potrubí DN 15 x 1}$$

Pojistné potrubí

$$d_p = 15 + 1,4 \cdot Q_p^{0,5}$$

$$d_p = 15 + 1,4 \cdot 15^{0,5} = 20,4 \text{ mm} \rightarrow \text{Navrženo potrubí DN 22 x 1}$$

### Pojistný ventil

Výpočet byl proveden podle [www.tzb-info.cz](http://www.tzb-info.cz)

Zdroj tepla:	Skupina:	Teplotní interval [°C]	vstup do PV	výstup z PV
<input type="radio"/> výměník tepla	A1	$T_1 < 100$	voda	voda
<input checked="" type="radio"/> kotel	A2	$100 < T_1 < t_{2x}$	voda	směs
	A3	$100 \leq t_{2x} \leq T_1$	pára	pára
	<input checked="" type="radio"/> B		pára	pára

$T_1$  - výpočtová teplota ohřívací vody na vstupu

$t_{2x}$  - teplota ohřívané vody na mezi odparu při přetlaku  $p_{ot}$

Výpočtové parametry pojistných ventilů: DUCO MEIBES						
jmenovitá světlost DN [mm]	1/2"	3/4"	1"	5/4"	6/4"	2"
nejmenší průřez $S_o$ [mm <sup>2</sup> ]	113	176	380	804	1017	1589
výtokový součinitel $\alpha_w$ [-]	0,444	0,565	0,684	0,693	0,549	0,576

**Poznámka:** Přednastavené hodnoty průřezu a výtokového součinitele můžete změnit a výpočet se provede znovu pro Vámi zadané hodnoty.

$p_{ot} =$ <input type="text" value="300"/> kPa	... otevírací přetlak pojistného ventilu
$Q_n =$ <input type="text" value="15"/> kW	... jmenovitý výkon zdroje tepla
$S_o =$ <input type="text" value="27"/> mm <sup>2</sup>	... vypočtený minimální průřez sedla pojistného ventilu
<input 3="" 4"="" type="text" value="1/2" x=""/> KD	... navržený pojistný ventil
$S_o =$ <input type="text" value="113"/> mm <sup>2</sup>	... skutečný průřez sedla navrženého pojistného ventilu
$d_1 =$ <input type="text" value="20"/> mm	... minimální vnitřní průměr <b>vstupního</b> pojistného potrubí
$d_2 =$ <input type="text" value="20"/> mm	... minimální vnitřní průměr <b>výstupního</b> pojistného potrubí

## B.8.2 Solární okruh

### *Expanzní nádoba*

Plnicí tlak

$$p_o = h_s \cdot \rho \cdot g + p_d + p_{\xi}$$

$$p_o = 8,1 \cdot 1000 \cdot 9,81 \cdot 10^{-3} + 50 + 9 = 138,46 \text{ kPa}$$

Konstrukční přetlak

$$p_k = 600 \text{ kPa}$$

Otevírací přetlak pojistného ventilu

$$p_{ot} < p_k(h_m \cdot \rho \cdot g)$$

$$p_{ot} < 600(1 \cdot 1000 \cdot 9,81 \cdot 10^{-3}) = 588,6 \text{ kPa}$$

$$p_{ot} = 550 \text{ kPa}$$

Maximální provozní přetlak

$$p_e = 0,9 \cdot p_{ot}$$

$$p_e = 0,9 \cdot 550 = 495 \text{ kPa}$$

Návrh expanzní nádoby

$$V_{EN} = (V_S + V \cdot \beta + V_K) \cdot \frac{(p_e + 100)}{(p_e - p_o)}$$

$$V_{EN} = (1,22 + 6,1 \cdot 0,1 + 2,82) \cdot \frac{(495 + 100)}{(495 - 138,46)} = 7,8 \text{ l}$$

Navrhuji expanzní membránovou nádobu Regulus SL012 o objemu 12 l.

Expanzní potrubí

$$d_p = 10 + 0,6 \cdot Q_p^{0,5}$$

$$d_p = 10 + 0,6 \cdot 67^{0,5} = 14,9 \text{ mm} \rightarrow \text{potrubí DN 15 x 1}$$

### **Pojistný ventil**

Otevírací přetlak pojistného ventilu

$$p_{ot} = 550 \text{ kPa}$$

Průřez sedla pojistného ventilu

$$S_o = \frac{Q_p}{\alpha_v \cdot K} \quad S_o = \frac{67}{0,444 \cdot 1,97} = 76,6 \text{ mm}^2$$

Ideální průměr sedla pojistného ventilu

$$d_i = 2 \cdot \left(\frac{S_o}{\pi}\right)^{0,5} \quad d_i = 2 \cdot \left(\frac{76,6}{\pi}\right)^{0,5} = 9,88 \text{ mm}$$

Skutečný průměr sedla pojistného ventilu

$$d_o = a \cdot d_i \quad d_o = 1,46 \cdot 9,88 = 14,42 \text{ mm}$$

Pojistné potrubí

$$d_p = 15 + 1,4 \cdot Q_p^{0,5}$$


$$d_p = 15 + 1,4 \cdot 67^{0,5} = 26,5 \text{ mm} \rightarrow \text{Navrženo potrubí DN 28 x 1}$$

Navržen pojistný ventil DUCO 1/2" × 3/4" jmenovitá světlost 15 mm


## B.9 Návrh tepelné izolace

Izolace byly navrženy podle výpočtového programu na [www.tzb-info.cz](http://www.tzb-info.cz) a vyhovují vyhlášce 193/2007.


### Potrubí DN 12 x 1

<p><b>Izolace - podrobné technické informace</b></p> <p>ROCKWOOL - PIPOP/FO ALG</p> <p>Rozměry izolace - tl. 25</p> <p>Tloušťka <math>s_{iz}</math> = 25 mm</p> <p>Souč. tepelné vodivosti <math>\lambda_{iz}</math> = 0.037 W / m K</p>	 <p>Řezaná potrubní pouzdra z minerální vlny pro izolaci potrubních rozvodů, kaširovaná hliníkovou fólií.</p> <p>Rozsah provozních teplot: od 15 °C do 250 °C</p>
<p><b>Trubka</b></p> <p>Mědi</p> <p>Rozměry trubky - 12x1</p> <p>Průměr <math>d</math> = 12 mm</p> <p>Tloušťka stěny <math>s_t</math> = 1 mm</p> <p>Souč. tepelné vodivosti <math>\lambda_t</math> = 372 W / m K</p>	<p><b>Potrubí</b></p> <p>Teplota média <math>t_{in}</math> = 55 °C</p> <p>Teplota v okolí potrubí <math>t_{out}</math> = 20 °C</p> <p>Relativní vlhkost vzduchu <math>rh</math> = 65 % <i>???</i></p> <p>Teplota rosného bodu <math>t_w</math> = 13.8 °C</p> <p>Součinitele přestupu tepla na vnějším povrchu <math>\alpha_e</math> = 10 W / m<sup>2</sup> K</p> <p>Délka potrubí <math>l</math> = 1 m</p>
<p><b>D = d + 2 s<sub>iz</sub> = 62 mm</b></p>	<p>Určující souč. přestupu tepla (dle vyhl. 193/2007) DN 10 - DN 16 <math>\Rightarrow U_{0,193/2007} = 0.15</math> W / m K</p>
<p><b>Součinitele přestupu tepla izolovaného potrubí</b></p>	<p><math>U_0 = 0.132 \leq 0.15</math> W / m K <math>\Rightarrow</math> <b>VYHOVUJE</b> požadavkům vyhlášky č. 193/2007</p>
<p><b>Povrchová teplota izolovaného potrubí</b></p>	<p><math>t_{p,iz} = 22.4</math> °C &gt; <math>t_w \Rightarrow</math> na povrchu potrubí nedochází ke kondenzaci</p>
<p><b>Tepelná ztráta potrubí bez izolace</b></p>	<p><math>q_p = 13.2</math> W/m</p>
<p><b>Tepelná ztráta potrubí s izolací</b></p>	<p><math>q_{iz} = 4.6</math> W/m</p>
<p><b>Energetická úspora izolovaného potrubí</b></p>	<p>65 %</p>
<p><b>Střední spotřeba izolace</b></p>	<p>0.1162 m<sup>2</sup> - platí pro plošnou izolaci</p>


## Potrubí DN 15 x 1

<p><b>Izolace - podrobné technické informace</b></p> <p>ROCKWOOL &gt; PIPO/PIPO ALS</p> <p>Rozměry izolace - tl. 25</p> <p>Tloušťka <math>s_{iz} = 25</math> mm</p> <p>Souč. tepelné vodivosti <math>\lambda_{iz} = 0.037</math> W / m K</p>	
<p><b>Trubka</b></p> <p>Měd</p> <p>Rozměry trubky - 15x1</p> <p>Průměr <math>d = 15</math> mm</p> <p>Tloušťka stěny <math>s_r = 1</math> mm</p> <p>Souč. tepelné vodivosti <math>\lambda_r = 372</math> W / m K</p>	<p>Řezaná potrubní pouzdra z minerální vlny pro izolaci potrubních rozvodů, kaširovaná hliníkovou fólií.</p> <p>Rozsah provozních teplot: od 15 °C do 250 °C</p>
<p><b>D = d + 2 s<sub>iz</sub> = 65 mm</b></p>	<p><b>Potrubí</b></p> <p>Teplota média <math>t_n = 55</math> °C</p> <p>Teplota v okolí potrubí <math>t_{out} = 20</math> °C</p> <p>Relativní vlhkost vzduchu <math>rh = 66</math> % ???</p> <p>Teplota rosného bodu <math>t_w = 13.6</math> °C</p> <p>Součinitel přestupu tepla na vnějším povrchu <math>\alpha_e = 10</math> W / m<sup>2</sup> K</p> <p>Délka potrubí <math>l = 1</math> m</p>
<p>Určující souč. prostupu tepla (dle vyhl. 193/2007)</p>	<p>DN 10 - DN 15 =&gt; <math>U_{0,193/2007} = 0.15</math> W / m K</p>
<p>Součinitel prostupu tepla izolovaného potrubí</p>	<p><math>U_0 = 0.147 \leq 0.15</math> W / m K =&gt; <b>VYHOVUJE</b> požadavkům vyhlášky č. 193/2007</p>
<p>Povrchová teplota izolovaného potrubí</p>	<p><math>t_{p,iz} = 22.5</math> °C &gt; <math>t_w</math> =&gt; na povrchu potrubí nedochází ke kondenzaci</p>
<p>Tepelná ztráta potrubí bez izolace</p>	<p><math>q_p = 16.5</math> W/m</p>
<p>Tepelná ztráta potrubí s izolací</p>	<p><math>q_{iz} = 5.2</math> W/m</p>
<p>Energetická úspora izolovaného potrubí</p>	<p>69 %</p>
<p><b>Střední spotřeba izolace</b></p>	<p><b>0.1257 m<sup>2</sup> - platí pro plošnou izolaci</b></p>

## Potrubí DN 18 x 1

<p><b>Izolace - <u>podrobné technické informace</u></b></p> <p>ROCKWOOL - PIP/PIPO/ALS</p> <p>Rozměry izolace - tl. 30</p> <p>Tloušťka <math>s_{iz} = 30</math> mm</p> <p>Souč. tepelné vodivosti <math>\lambda_{iz} = 0.037</math> W / m K</p>	 <p>Řezaná potrubní pouzdra z minerální vlny pro izolaci potrubních rozvodů, kaširovaná hliníkovou fólií.</p> <p><i>Rozsah provozních teplot: od 15 °C do 250 °C</i></p>
<p><b>Trubka</b></p> <p>Věc</p> <p>Rozměry trubky - 18x1</p> <p>Frůměr <math>d = 18</math> mm</p> <p>Tloušťka stěny <math>s = 1</math> mm</p> <p>Souč. tepelné vodivosti <math>\lambda_t = 372</math> W / m K</p>	
<p><b><math>D = d + 2 s_{iz} = 78</math> mm</b></p>	<p><b>Potrubí</b></p> <p>Teplota média <math>t_n = 55</math> °C</p> <p>Teplota v okolí potrubí <math>t_{out} = 20</math> °C</p> <p>Relativní vlhkost vzduchu <math>rh = 65</math> % ???</p> <p>Teplota rosného bodu <math>t_W = 13.8</math> °C</p> <p>Součinitel přestupu tepla na vnějším povrchu <math>\alpha_e = 10</math> W / m<sup>2</sup> K</p> <p>Délka potrubí <math>l = 1</math> m</p>
<p><b>Určující souč. prostupu tepla (dle vyhl. 193/2007)</b></p>	<p>DN 10 - DN 18 =&gt; <math>U_{0,193/2007} = 0.15</math> W / m K</p>
<p><b>Součinitel prostupu tepla izolovaného potrubí</b></p>	<p><math>U_0 = 0.149 \leq 0.15</math> W / m K =&gt; <b>VYHOVUJE</b> po zadavkům vyhlášky č. 193/2007</p>
<p><b>Povrchová teplota izolovaného potrubí</b></p>	<p><math>t_{p,iz} = 22.1</math> °C &gt; <math>t_W</math> =&gt; na povrchu potrubí nedochází ke kondenzaci</p>
<p><b>Tepelná ztráta potrubí bez izolace</b></p>	<p><math>q_p = 19.8</math> W/m</p>
<p><b>Tepelná ztráta potrubí s izolací</b></p>	<p><math>q_{iz} = 5.2</math> W/m</p>
<p><b>Energetická úspora izolovaného potrubí</b></p>	<p>74 %</p>
<p><b>Sřřední spotřeba izolace</b></p>	<p>0.1508 m<sup>2</sup> - platí pro plošnou izolaci</p>

## Potrubí DN 22 x 1

<p><b>Izolace - podrobné technické informace</b></p> <p>ROCKWOL &gt; PIFO/PIPO ALS</p> <p>Rozměry izolace - tl. 40</p> <p>Tloušťka <math>s_{iz} = 40</math> mm</p> <p>Souč. tepelné vodivosti <math>\lambda_{iz} = 0.037</math> W / m K</p>	 <p>Řezaná potrubní pouzdra z minerální vlny pro izolaci potrubních rozvodů, kaširovaná hliníkovou fólií.</p> <p>Rozsah provozních teplot: od 15 °C do 250 °C</p>
<p><b>Trubka</b></p> <p>Měř</p> <p>Rozměry trubky - 22x1</p> <p>Průměr <math>d = 22</math> mm</p> <p>Tloušťka stěny <math>e = 1</math> mm</p> <p>Souč. tepelné vodivosti <math>\lambda = 372</math> W / m K</p>	
<p><b>D = d + 2 s<sub>iz</sub> = 102 mm</b></p>	<p><b>Potrubí</b></p> <p>Teplota média <math>t_n = 55</math> °C</p> <p>Teplota v okolí potrubí <math>t_{out} = 23</math> °C</p> <p>Relativní vlhkost vzduchu <math>\phi = 65</math> % ???</p> <p>teplota rosného bodu <math>t_W = 13.6</math> °C</p> <p>Součinitel přestupu tepla na vnějším povrchu <math>\alpha_e = 13</math> W / m<sup>2</sup> K</p> <p>Délka potrubí <math>l = 1</math> m</p>
<p><b>Určující souč. prostupu tepla (dle vyhl. 193/2007)</b></p>	<p>DN 10 - DN 16 <math>\Rightarrow U_{0,193/2007} = 0.15</math> W / m K</p>
<p><b>Součinitel prostupu tepla izolovaného potrubí</b></p>	<p><math>U_0 = 0.145 \leq 0.15</math> W / m K <math>\Rightarrow</math> <b>VYHOVUJE požadavkům vyhlášky č. 193/2007</b></p>
<p><b>Povrchová teplota izolovaného potrubí</b></p>	<p><math>t_{p,iz} = 21.6</math> °C <math>&gt; t_W \Rightarrow</math> na povrchu potrubí nedochází ke kondenzaci</p>
<p><b>Tepelná ztráta potrubí bez izolace</b></p>	<p><math>q_p = 24.2</math> W/m</p>
<p><b>Tepelná ztráta potrubí s izolací</b></p>	<p><math>q_{iz} = 5.1</math> W/m</p>
<p><b>Energetická úspora izolovaného potrubí</b></p>	<p>79 %</p>
<p><b>Střední spotřeba izolace</b></p>	<p>0.1948 m<sup>2</sup> - platí pro plošnou izolaci</p>



## B.10 Roční potřeba tepla a paliva

### B.10.1 Roční potřeba tepla na vytápění a ohřev vody

Výpočet podle [www.tzb-info.cz](http://www.tzb-info.cz)

Lokalita <a href="#">(Tabulka)</a>		<input type="radio"/> $t_{em} = 12\text{ °C}$ <input type="radio"/> $t_{em} = 13\text{ °C}$ <input checked="" type="radio"/> $t_{em} = 15\text{ °C}$	
Město <input type="text" value="Jihlava"/>		Délka topného období $d =$	<input type="text" value="296"/> [dny]
Venkovní výpočtová teplota $t_e =$		Prům. teplota během otopného období	<input type="text" value="-15"/> °C
			<input type="text" value="4.8"/> °C

<input checked="" type="checkbox"/> <b>Vytápění</b>	<input checked="" type="checkbox"/> <b>Ohřev teplé vody</b>
Tepelná ztráta objektu $Q_c =$ <input type="text" value="8.1"/> kW	$t_1 =$ <input type="text" value="10"/> °C <span style="color: red;">???</span>
Průměrná vnitřní výpočtová teplota $t_{is} =$ <input type="text" value="20"/> °C <span style="color: red;">???</span>	$t_2 =$ <input type="text" value="55"/> °C <span style="color: red;">???</span>
Vytápěcí denostupně $D = d \cdot (t_{is} - t_{es}) =$ <input type="text" value="4499"/> K.dny	$V_{2p} =$ <input type="text" value="0.16"/> m <sup>3</sup> /den <span style="color: red;">???</span>
Opravné součinitele a účinnosti systému	Koefficient energetických ztrát systému $z =$ <input type="text" value="0.3"/> <span style="color: red;">???</span>
$e_i =$ <input type="text" value="0.85"/> <span style="color: red;">???</span>	Denní potřeba tepla pro ohřev teplé vody
$e_t =$ <input type="text" value="0.90"/> <span style="color: red;">???</span>	$Q_{TUV,d} = (1+z) \cdot \frac{\rho \cdot c \cdot V_{2p} \cdot (t_2 - t_1)}{3600} =$ <input type="text" value="10.9"/> kWh
$e_d =$ <input type="text" value="1.00"/> <span style="color: red;">???</span>	Teplota studené vody v létě $t_{svl} =$ <input type="text" value="15"/> °C
Opravný součinitel $\epsilon$ <span style="color: red;">???</span>	Teplota studené vody v zimě $t_{svz} =$ <input type="text" value="10"/> °C
<input type="radio"/> $\epsilon = e_i \cdot e_t \cdot e_d =$ <input type="text" value="0.785"/>	Počet pracovních dní soustavy v roce $N =$ <input type="text" value="365"/> [dny]
<input checked="" type="radio"/> $\epsilon =$ <input type="text" value="0.67"/>	$Q_{TUV,r} = Q_{TUV,d} \cdot d + 0.8 \cdot Q_{TUV,d} \cdot \frac{t_2 - t_{svl}}{t_2 - t_{svz}} \cdot (N - d)$
$Q_{VYT,r} = \frac{\epsilon}{\eta_o \cdot \eta_r} \cdot \frac{24 \cdot Q_c \cdot D}{(t_{is} - t_e)} \cdot 3,6 \cdot 10^{-3}$	$Q_{TUV,r} =$ <input type="text" value="13.5"/> GJ/rok <span style="color: red;">Náklady</span>
$Q_{VYT,r} =$ <input type="text" value="62.1"/> GJ/rok <span style="color: red;">Náklady</span>	$Q_{TUV,r} =$ <input type="text" value="3.8"/> MWh/rok <span style="color: red;">Náklady</span>

Celková roční potřeba energie na vytápění a ohřev teplé vody	
<b>75.7 GJ/rok</b>	
$Q_r = Q_{VYT,r} + Q_{TUV,r} =$ <input type="text" value="75.7"/> GJ/rok <span style="color: red;">Náklady</span>	
<b>21 MWh/rok</b>	

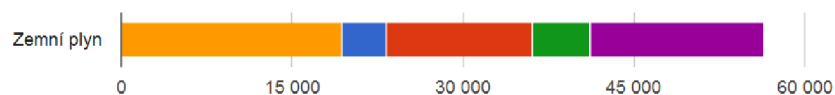
## B.10.2 Roční spotřeba paliva

Výpočet byl proveden podle [www.tzb-info.cz](http://www.tzb-info.cz)

Palivo <sup>?</sup> / zdroj tepla / účinnost	Cena paliva <sup>?</sup> [Kč]	Spotřeba paliva <sup>?</sup> [rok <sup>-1</sup> ]	Roční náklady [Kč] <sup>?</sup>					
			Vytápění	Teplá voda	Elektro	Platby	Investice a údržba	Celkem
Zemní plyn <input checked="" type="checkbox"/>	1,22313 /kWh	1 802 m <sup>3</sup>	19 376	3 877	12 882	4 988	15 283	56 386
Kondenzační kotel <input type="checkbox"/> 93 %	260 /měsíc	19 011 kWh						
RWE Energie, a.s.								

<input checked="" type="checkbox"/> Vytápění <sup>?</sup>	<input checked="" type="checkbox"/> Teplá voda <sup>?</sup>	<input checked="" type="checkbox"/> Ostatní elektrická spotřeba <sup>?</sup>	<input checked="" type="checkbox"/> Paušální platby <sup>?</sup>	<input checked="" type="checkbox"/> Investice a údržba <sup>?</sup>
---	---	--	--	---

Potřeba energie na vytápění a teplou vodu 17 242 kWh/rok, spotřeba elektrické energie pro ostatní spotřebiče 3 229 kWh/rok



Hodnota roční spotřeby paliva už je zmenšena o podíl, který pokryje solární systém.

Roční spotřeba paliva: 1 802 m<sup>3</sup>

Roční náklady celkem: 56 386 Kč

## **C PROJEKT**

## **C.1 Technická zpráva**

### **C.1.1 Identifikační údaje**

**Název:** Vytápění a příprava TV pomocí solární soustavy

**Druh stavby:** rodinný dům

**Místo stavby:** Železniční 85, 588 22, Luka nad Jihlavou

**Projektant:** Andrea Lustigová

**Stupeň projektové dokumentace:** dokumentace pro provedení stavby

**Podklady:** výkresová dokumentace stavby  
ČSN EN 12 831 - Tepelné soustavy v budovách - výpočet tepelného výkonu  
ČSN 06 0310 - Tepelné soustavy v budovách - Projektování a montáž  
ČSN 06 0320 - Tepelné soustavy v budovách - Příprava teplé vody  
ČSN 06 0330 - Tepelné soustavy v budovách - Zabezpečovací zařízení  
ČSN 73 0540 - 2 - Tepelná ochrana budov - Požadavky  
ČSN 73 0540 - 3 - Tepelná ochrana budov - Výpočet tepelného výkonu  
ČSN 73 0810 - Požární bezpečnost staveb - Společná ustanovení  
ČSN 73 0833 – Požární bezpečnost staveb – Budovy pro bydlení a ubytování  
ČSN 73 4201 - Komíny a kouřovody  
Nařízení vlády č. 361/2007, podmínky ochrany zdraví zaměstnanců při práci.  
Vyhl. MMRČR č. 499/2006 Sb. O dokumentaci staveb

## C.1.2 Tepelné ztráty a potřeby tepla

### *Klimatické poměry*

Objekt se nachází v mírně teplé oblasti, v podoblasti MT3 s vnější výpočtovou teplotou  $t_c = -15^\circ\text{C}$ . Jedná se samostatně stojící objekt. Počet dnů otopného období je 257. Objekt se nachází v normální krajině s rychlostí větru 6 m/s. Charakteristické číslo budovy  $B = 8$ . Průměrná teplota v topném období je  $3,5^\circ\text{C}$ .

### *Tepelná ztráta a bilance energií*

Celková ztráta objektu: 8,1 kW

Potřeba tepla pro přípravu TV: 3 973 kWh/rok

Potřeba tepla pro vytápění: 17 318 kWh/rok

## C.1.3 Zdroje tepla pro vytápění a přípravu TV

Zdroj tepla pro vytápění a ohřev teplé vody je plynový kondenzační kotel ZSBR 16 – 3 E Cerapur Comfort v kombinaci se třemi solárními kolektory FKC – 2 S o ploše apertury  $2,25\text{ m}^2$  na jeden kolektor. Přebytky energie v letních měsících budou využity pro ohřev bazénové vody. Kotel je závěsný s regulací výkonu kotle v rozmezí 3,7 – 15,9 kW s odtahem spalin do komína. Solární kolektory jsou umístěny sériově na střeše o slonu  $30^\circ$  s orientací na jihovýchod. Solární systém pracuje s 35 % roztokem propylenglykolu, který se vypařuje při  $140^\circ\text{C}$  a při teplotě  $-30^\circ\text{C}$  tuhne. Aby bylo možné použít solární kolektory pro ohřev vody a podporu vytápění, je potřeba instalovat kombinovaný zásobník SP 750 – 1 Solar s celkovým objemem 750 litrů. V zásobníku jsou umístěné dvě nádrže – vnitřní slouží k ohřevu vody a vnější k podpoře vytápění. Solární systém je opatřen solární stanicí AGS 5 s přidaným odlučovačem vzduchu.

## **C.1.4 Zabezpečovací zařízení**

### ***Kotlový okruh***

Jako pojistné a zabezpečovací zařízení je navržena tlaková expanzní nádoba s membránou Regulus HS008 o objemu 8 litrů a pojistný ventil Duco Meibes 1/2“ x 3/4“ s otevíracím přetlakem 300 kPa. Expanzní potrubí je napojeno na vratné potrubí.

### ***Solární okruh***

Zabezpečovací zařízení pro solární okruh tvoří expanzní nádoba Regulus SL012 12 litrů a pojistný ventil Duco Meibes 1/2“ x 3/4“ s otevíracím přetlakem 550 kPa.

## **C.1.5 Otopná soustava**

Navržena je teplovodní uzavřená soustava s nuceným oběhem vody s teplotním spádem 55/45 °C. V objektu je jedna topná větev. Otopný systém je dvoutrubkový.

## **C.1.6 Oběhová čerpadla**

Systém je s nuceným oběhem vody. Všechna navržená čerpadla jsou od firmy GRUNDFOS a jsou elektronicky regulována. Otopná soustava obsahuje čerpadlo na straně otopného systému a na solárním okruhu.

## **C.1.7 Otopná tělesa**

V objektu jsou navrženy dva typy otopných těles firmy KORADO. V obytných místnostech budou osazena otopná tělesa Radik VKM (ventil – kompakt - middle) se spodním středovým připojením. Tyto tělesa jsou opatřena H – šroubením, odvzdušňovacím ventilem a termostatickou vložkou s přednastavením regulace. Stupeň regulace je uveden v projektové dokumentaci.

V koupelnách jsou osazena trubková tělesa Koralux linear Max se spodním přímým napojením doplněna elektrickým topným tělesem pro kombinované vytápění. Součástí jsou odvzdušňovací ventily a armatura HM, která slouží k připojení tělesa. V těle armatury je integrován ventil a regulační uzavírací šroubení. Armatura umožňuje přednastavení průtoku otopným tělesem, jeho uzavření na vstupu i výstupu a díky termostatické hlavici regulaci tepelného výkonu.

### **C.1.8 Rozvody**

Potrubní rozvod je z mědi spojovaný pájkou nebo lisovanými spoji. Horizontální rozvody jsou vedeny v podlaze, svislé potrubí je vedeno před stěnou v chodbě 1NP s průrazem přes strop. Veškeré rozvody budou opatřeny tepelnou izolací. S ohledem na délky přímých úseků otopného systému bude nutno systém rozvodu potrubí osadit kompenzátorem pro eliminaci tepelné roztažnosti materiálů potrubí. Veškeré horizontální potrubí bude vyspádováno pro možnost vypuštění.

### **C.1.9 Regulace a měření**

Všechna otopná tělesa jsou vybavena termostatickými ventily s přednastavením a termostatickými hlavicemi.

V otopném systému je použit regulátor ISM2. Na solárních kolektorech je umístěno teplotní čidlo, které při teplotě 120°C vypne čerpadlo solárního okruhu. Čerpadlo je regulátorem opět zapnuto až po ochlazení kolektoru pod 115°C. Pokud je v létě zásobník plně nabitý, přepne se třicestný ventil a přebytky jsou vyvedeny do bazénu. Další teplotní čidlo je umístěno v zásobníku ve výšce tepelného výměníku solárního okruhu. Je-li teplota v zásobníku vyšší než zpětná teplota vytápění, otevře se třicestný přepínací ventil a zásobník ohřívá vodu ve zpětném potrubí topného systému proudící zpět do kotle – k tomu slouží čidlo teploty v části zásobníku k ohřevu zpětné vody a čidlo teploty na zpětném potrubí vytápění. Čidlo teploty v zásobníku TV snímá teplotu teplé vody, a pokud není dostatečná teplota zajištěna solárními kolektory, vodu dohřeje plynový kotel. Výkon kotle je regulován dle potřeby v rozmezí 3,7 – 15,9 kW.

### **C.1.10 Plnění a vypouštění soustavy**

Plnění se provede vodou z vodovodního řadu. Vypouštění soustavy bude prováděno vypouštěcími kohouty ve spodní části stoupacích potrubí. Vypouštění jednotlivých otopných těles se provede přes integrovaný vypouštěcí ventil v tělesech.

### **C.1.11 Izolace**

Potrubí a veškeré armatury budou opatřeny tepelnou izolací Rockwool PIPO ALS o tloušťkách: DN12 – 25mm, DN15 – 25mm, DN18 – 30mm, DN22 – 40mm. Potrubí solárních kolektorů uvnitř objektu bude opatřeno tepelnou izolací Rockwool pipo als o tloušťce 30mm, venkovní část rozvodů bude zaizolována izolací Armaflex HT o tloušťce 30mm.

Izolace vyhovují vyhlášce 193/2007.

### **C.1.12 Technická místnost**

Technická místnost je opatřena vpustí. Bude zde osazen kotel, solární zásobník, expanzní nádoby, čerpadla, hydraulický vyrovnávač dynamických tlaků a ostatní pojišťovací a uzavírací armatury. Jednotlivá zařízení jsou v technické místnosti umístěna podle PD.

### **C.1.13 Požadavky na ostatní profese**

#### ***Zdravotechnika:***

Přívod studené vody do technické místnosti, rozvod potrubí pitné vody, návrh vpustí v technické místnosti, přívod plynové přípojky ke kotli



### ***MaR:***

Návrh, osazení a zapojení regulace systému, zapojení čidel teploty a tlaku, zapojení třicestného ventilu, zapojení řízení čerpadel

### ***Stavba:***

Přípravenost podlahy pro vedení potrubí v podlaze, připravenost prostupů pro potrubí

## **C.1.14 Montáž zařízení**

### ***Zdroj***

Instalaci a uvedení do provozu musí provést osoba s odpovídající kvalifikací vlastníci osvědčení o kvalifikaci a oprávnění k činnosti odpovídajícího rozsahu. Postup uvedení zařízení do provozu je uveden v dodavatelské dokumentaci zařízení.

### ***Otopná soustava***

Montáž a uvedení otopné soustavy do provozu se řídí dle ČSN 06 03 10. Montážní práce musí provádět osoba s osvědčením o zácvičku vystaveném gestorem použitého systému. Po dokončení montáže zajistí zhotovitel provedení tlakové a topné zkoušky.

## **C.1.15 Zkoušky**

Před uvedením soustavy do provozu je nutné provést zkoušky těsnosti, topné zkoušky a dilatační zkoušky podle ČSN 06 03 10. O všech provedených zkouškách se vydá protokol. Před prováděním zkoušek se celá soustava dvakrát propláchne ohřátou topnou vodou. Dilatační zkouška se provádí dvojnásobným ohřátím soustavy po nejvyšší pracovní teplotu a jejím následným zchlazením. Topná zkouška probíhá 24 hodin.

Tlaková zkouška se provádí plným naplněním soustavy a řádným odvzdušněním a probíhá minimálně 6 hodin.

### **C.1.16 Údržba a kontrola**

Údržba bude prováděna dle požadavků a předpisů výrobce jednotlivých zařízení.

### **C.1.17 Bezpečnost a požární ochrana**

Zhotovitel zaručuje bezpečnost práce ve smyslu zákona č. 262/2006 Sb. ve znění pozdějších předpisů a vyhlášky 324/1990 – bezpečnost práce a technických zařízení při stavebních pracích. Veškeré práce mohou provádět pouze kvalifikované osoby.

Pro potrubí budou zajištěny průchody požárními zdiemi tak, aby izolace v průchodu odolávala přímému ohni minimálně o odolnosti požárně stavební konstrukce, kterou prochází. Bude použit např. protipožární elastický tmel. Dle ČSN 73 0833 PBS – Budovy pro bydlení a ubytování, nemusí technická místnost tvořit samostatný požární úsek.

### **C.1.18 Odpadové hospodářství**

Po montáži technologických zařízení budou demontované části odstraněny dle vyhlášky č. 137/1998 Sb. o obecných technických požadavcích na výstavbu a dle 381/2001 Sb. katalogu odpadů 185/2001 Sb. V průběhu stavby budou demontované části odstraňovány tak, aby v průběhu prací nedošlo k ohrožení bezpečnosti života a zdraví osob, ke vzniku požáru nebo nekontrolovatelnému porušení stability stavby nebo její části. Odpadový materiál musí být ze stavby odstraňován neprodleně a nepřetržitě tak, aby nedošlo k narušení bezpečnosti a plynulosti provozu na pozemních komunikacích a poškození životního prostředí.

### **C.1.19 Závěr**

Projekt byl vypracován podle platných norem a předpisů, které jsou pro stavbu a provoz tímto závazné. Jakékoli změny oproti projektu budou předem konzultovány s projektantem. Detaily budou řešeny v průběhu stavby v rámci autorského dozoru. Pokud dojde k záměně zařízení oproti předloženému dokumentu bez schválení zhotovitele projektu, bude tato projektová dokumentace neplatná.

## ZÁVĚR

Výsledkem této bakalářské práce je návrh vytápění a ohřevu teplé vody v rodinném domě se čtyřčlennou rodinou. Jako zdroj tepla je navržen kondenzační plynový kotel, který je doplněn o tři solární kolektory, které slouží k podpoře vytápění. Jako zdroj pro ohřev teplé vody slouží právě solární kolektory. Při nedostatku slunečního záření dohřívá teplou vodu kondenzační kotel. Tato práce se dělí do tří částí.

V teoretické části jsou popsány solární tepelné soustavy, typy solárních kolektorů a stagnace solárních soustav.

Ve výpočtové části bylo hlavním úkolem navrhnout vhodný systém vytápění a ohřev vody pro rodinný dům. Jako podklad pro návrh zdroje tepla slouží vypočtené tepelné ztráty objektu a další potřebné hodnoty, které jsou potřebné pro návrh přípravy teplé vody, dimenzování potrubí a dalších náležitostí projektu.

Třetí částí je projekt, který je tvořen technickou zprávou, která obsahuje souhrnné informace potřebné ke správnému provedení a funkci navrženého systému. Další součástí projektu jsou výkresy.

Projekt byl vypracován podle platných norem a vyhlášek.

# SEZNAM POUŽITÝCH ZDROJŮ

## *Literatura*

- [1] MATUŠKA, Tomáš. *Solární tepelné soustavy*. Praha: Společnost pro techniku prostředí, 2009. Sešit projektanta - pracovní podklady. ISBN 978-80-02-02186-5.
- [7] QUASCHNING, Volker. *Obnovitelné zdroje energií*. Praha: Grada, 2010. Stavitel. ISBN 978-80-247-3250-3.
- [8] MUSIL, Petr. *Globální energetický problém a hospodářská politika: se zaměřením na obnovitelné zdroje*. Praha: C.H. Beck, 2009. Beckovy ekonomické učebnice. ISBN 978-80-7400-112-3.

## *Elektronické zdroje*

- [2] *Isofen Energy* [online]. [cit. 2016-05-14]. Dostupné z: <http://www.isofenenergy.cz>
- [3] *Typy solárních kolektorů* [online]. [cit. 2016-05-16]. Dostupné z: <http://oze.tzb-info.cz/solarni-kolektory/154-typy-solarnich-kolektoru>
- [4] *Solární příprava teplé vody* [online]. [cit. 2016-05-16]. Dostupné z: <http://oze.tzb-info.cz/solarni-kolektory/140-priprava-teple-vody>
- [5] *VITA SOLAR s.r.o.* [online]. [cit. 2016-05-16]. Dostupné z: <http://www.vitasolar.cz>
- [6] [online]. TechPark [cit. 2016-05-16]. Dostupné z: <http://www.solartechnika.sk>
- [9] *AMV CZECH: energie pro vaše firmy a domy* [online]. [cit. 2016-05-16]. Dostupné z: <http://www.amvczech.cz/solarni-systemy-pro-ohrev-vody-a-pritapeni>
- [10] *TZB-info: Solární ohřev bazénové vody* [online]. [cit. 2016-05-16]. Dostupné z: <http://oze.tzb-info.cz/solarni-kolektory/139-solarni-ohrev-bazenove-vody>

- [11] *TZB-info: Solární chlazení* [online]. [cit. 2016-05-16]. Dostupné z: <http://www.tzb-info.cz/2952-trendy-v-solarni-tepelne-technice-vi-solarni-chlazení>
- [12] *TZB-info: Účinnost vakuových trubkových solárních kolektorů* [online]. [cit. 2016-05-16]. Dostupné z: <http://www.tzb-info.cz/4903-ucinnost-vakuovych-trubkovych-solarnich-kolektoru-i>
- [13] *TZB-info: Problematika stagnace u solárních tepelných soustav* [online]. [cit. 2016-05-16]. Dostupné z: <http://www.tzb-info.cz/3474-problematika-stagnace-u-solarnich-tepelnych-soustav-ii>
- [14] *Junkers* [online]. [cit. 2016-05-16]. Dostupné z: <http://www.junkers.cz>
- [15] *Grundfos* [online]. [cit. 2016-05-16]. Dostupné z: <http://http://cz.grundfos.com/>
- [16] *Nová zelená úsporám* [online]. [cit. 2016-05-16]. Dostupné z: <http://www.novazelenausporam.cz>
- [17] *TZB-info* [online]. [cit. 2016-05-16]. Dostupné z: <http://www.tzb-info.cz>
- [18] *Meibes* [online]. [cit. 2016-05-16]. Dostupné z: <http://www.meibes.cz>
- [19] *VUT FAST TZB II Vytápění* [online]. [cit. 2016-05-16]. Dostupné z: <http://www.fce.vutbr.cz/TZB/pocinkova.m/vytapeni.htm>
- [20] *KORADO* [online]. [cit. 2016-05-16]. Dostupné z: <http://www.korado.cz>
- [21] *Podklady pro studenty* [online]. [cit. 2016-05-16]. Dostupné z: <http://http://www.fce.vutbr.cz/TZB/treuova.l/>
- [22] *Vytápění panelového domu s alternativní přípravou TV* [online]. [cit. 2016-05-16]. Dostupné z: [https://www.vutbr.cz/www\\_base/zav\\_prace\\_soubor\\_verejne.php?file\\_id=56176](https://www.vutbr.cz/www_base/zav_prace_soubor_verejne.php?file_id=56176)
- [23] *Vytápění penzionu* [online]. [cit. 2016-05-16]. Dostupné z: [https://www.vutbr.cz/www\\_base/zav\\_prace\\_soubor\\_verejne.php?file\\_id=10712](https://www.vutbr.cz/www_base/zav_prace_soubor_verejne.php?file_id=10712)  
1
- [24] *Rockwool: Protipožární a tepelné izolace* [online]. [cit. 2016-05-16]. Dostupné z: <https://http://www.rockwool.cz/>
- [25] *Regulus: Tepelná čerpadla, solární panely a systémy* [online]. [cit. 2016-05-16]. Dostupné z: <http://www.regulus.cz/>

## SEZNAM OBRÁZKŮ

<i>Obr. č. 1 Geometrie slunečního záření dopadajícího na obecnou plochu [1] .....</i>	<i>3</i>
<i>Obr. č. 2 Průměrný roční úhrn globálního slunečního záření v ČR [2].....</i>	<i>4</i>
<i>Obr. č. 3 Schéma přípravy teplé vody: vlevo - s předehřívacím zásobníkem, vpravo - s bivalentním zásobníkem [4] .....</i>	<i>5</i>
<i>Obr. č. 4 Schéma solární kombinované soustavy s centrálním zásobníkem tepla [9].....</i>	<i>6</i>
<i>Obr. č. 5 Schéma solární soustavy pro ohřev bazénové vody (v obtoku filtrace) [10].....</i>	<i>7</i>
<i>Obr. č. 6 Možnosti využití sluneční energie pro chlazení [11] .....</i>	<i>7</i>
<i>Obr. č. 7 Schéma solárního absorpčního cyklu (jednostupňový) [11] .....</i>	<i>8</i>
<i>Obr. č. 8 Schéma solárního desikačního chlazení a průběh změn v Molierově diagramu [11] .....</i>	<i>9</i>
<i>Obr. č. 9 Bazénové absorbéry jako rohože z materiálu odolného vůči UV záření [3] ...</i>	<i>12</i>
<i>Obr. č. 10 Ploché kapalinový kolektor [4] .....</i>	<i>13</i>
<i>Obr. č. 11 Ploché vakuový kolektor [5] .....</i>	<i>13</i>
<i>Obr. č. 12 Jednostěnný trubkový vakuový kolektor s tepelnou trubicí a přímo protékající U- smyčkou [12] .....</i>	<i>14</i>
<i>Obr. č. 13 Trubkový dvoustěnný vakuový kolektor na bázi Sydney trubek s teplosměnnou lamelou [12] .....</i>	<i>15</i>
<i>Obr. č. 14 Soustředující koncentrační kolektor [6].....</i>	<i>15</i>
<i>Obr. č. 15 Průběh stagnace v soustavě při použití kolektorů s různou vyprazdňovací schopností [1] .....</i>	<i>17</i>
<i>Obr. č. 16 Správné (vlevo) a špatné (vpravo) umístění zpětné klapky v solární soustavě [13] .....</i>	<i>18</i>
<i>Obr. č. 17 Řešení spalinových cest [14] .....</i>	<i>36</i>
<i>Obr. č. 18 Oběhové čerpadlo 1 [15].....</i>	<i>43</i>
<i>Obr. č. 19 Oběhové čerpadlo 2 [15].....</i>	<i>44</i>

## SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK A SYMBOLŮ

<b>b</b>	redukční činitel [-]
<b>d</b>	tloušťka vrstvy [m]
<b>f</b>	podíl pokrytí [%]
<b>H<sub>T</sub></b>	měrná ztráta prostupem tepla [W/K]
<b>λ</b>	součinitel tepelné vodivosti [W/mW]
<b>Δl</b>	prodloužení [mm]
<b>M</b>	hmotnostní průtok [kg/h]
<b>Δp</b>	celková tlaková ztráta okruhu [Pa]
<b>P<sub>d,dov</sub></b>	nejnižší dovolený přetlak [kPa]
<b>P<sub>h,dov</sub></b>	nejvyšší dovolený přetlak [kPa]
<b>p<sub>k</sub></b>	konstrukční přetlak [kPa]
<b>p<sub>ot</sub></b>	otevřací přetlak pojistného ventilu [kPa]
<b>Q</b>	výkon [W]
<b>Q<sub>1,N</sub></b>	jmenovitý tepelný výkon [kW]
<b>q<sub>ss,u</sub></b>	měrný využitelný zisk solárního systému [kWh/m <sup>2</sup> .rok]
<b>Q<sub>ss,u</sub></b>	celkový využitelný zisk solárního systému [kWh/rok]
<b>Q<sub>t</sub></b>	teplo odebrané [kWh]
<b>Q<sub>v</sub></b>	výkon zdroje [kW]
<b>R</b>	měrná tlaková ztráta [Pa/m]
<b>R<sub>se</sub></b>	tepelný odpor při přestupu tepla na vnější straně [m <sup>2</sup> /KW]
<b>R<sub>si</sub></b>	tepelný odpor při přestupu tepla na vnitřní straně [m <sup>2</sup> /KW]
<b>S<sub>o</sub></b>	průřez sedla pojistného ventilu [mm <sup>2</sup> ]
<b>U</b>	součinitel prostupu tepla [W/m <sup>2</sup> K]
<b>V<sub>EN</sub></b>	objem expanzní nádoby [l]
<b>V<sub>p</sub></b>	denní potřeba TV [l]
<b>V<sub>z</sub></b>	velikost zásobníku [m <sup>3</sup> ]
<b>w</b>	rychlost [m/s]
<b>Z</b>	tlakové ztráty vřazenými odpory [Pa]



# SEZNAM PŘÍLOH


## *Výkresová dokumentace*

Výkres č. 1 - půdorys 1NP	M 1:50
Výkres č. 2 - půdorys 2NP	M 1:50
Výkres č. 3 - Schéma zapojení otopných těles	M1:50
Výkres č. 4 - Schéma zapojení zdroje tepla	M –
Výkres č. 5 - Schéma regulace zdroje tepla	M –
Výkres č. 6 - Půdorys technické místnosti	M 1:25
Výkres č. 7 - Pohled na střechu – solární panely	M 1:100

## *Technické listy*

Příloha č. 1 Oběhové čerpadlo pro topný okruh .....	70
Příloha č. 2 Oběhové čerpadlo pro solární okruh .....	71
Příloha č. 3 Pojistný ventil pro topný okruh .....	72
Příloha č. 4 Pojistný ventil pro solární okruh .....	73
Příloha č. 5 Expanzní nádoba pro otopný systém .....	74
Příloha č. 6 Expanzní nádoba pro solární systém .....	75
Příloha č. 7 Kombinovaný solární zásobník .....	76
Příloha č. 8 Plochý solární kolektor.....	78
Příloha č. 9 Plynový kondenzační kotel.....	79
Příloha č. 10 Ventil - otopná tělesa RADIK .....	80
Příloha č. 11 Připojovací armatura HM .....	81

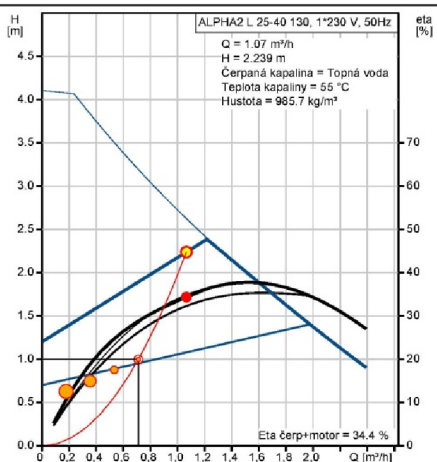

## Příloha č. 1 Oběhové čerpadlo pro topný okruh



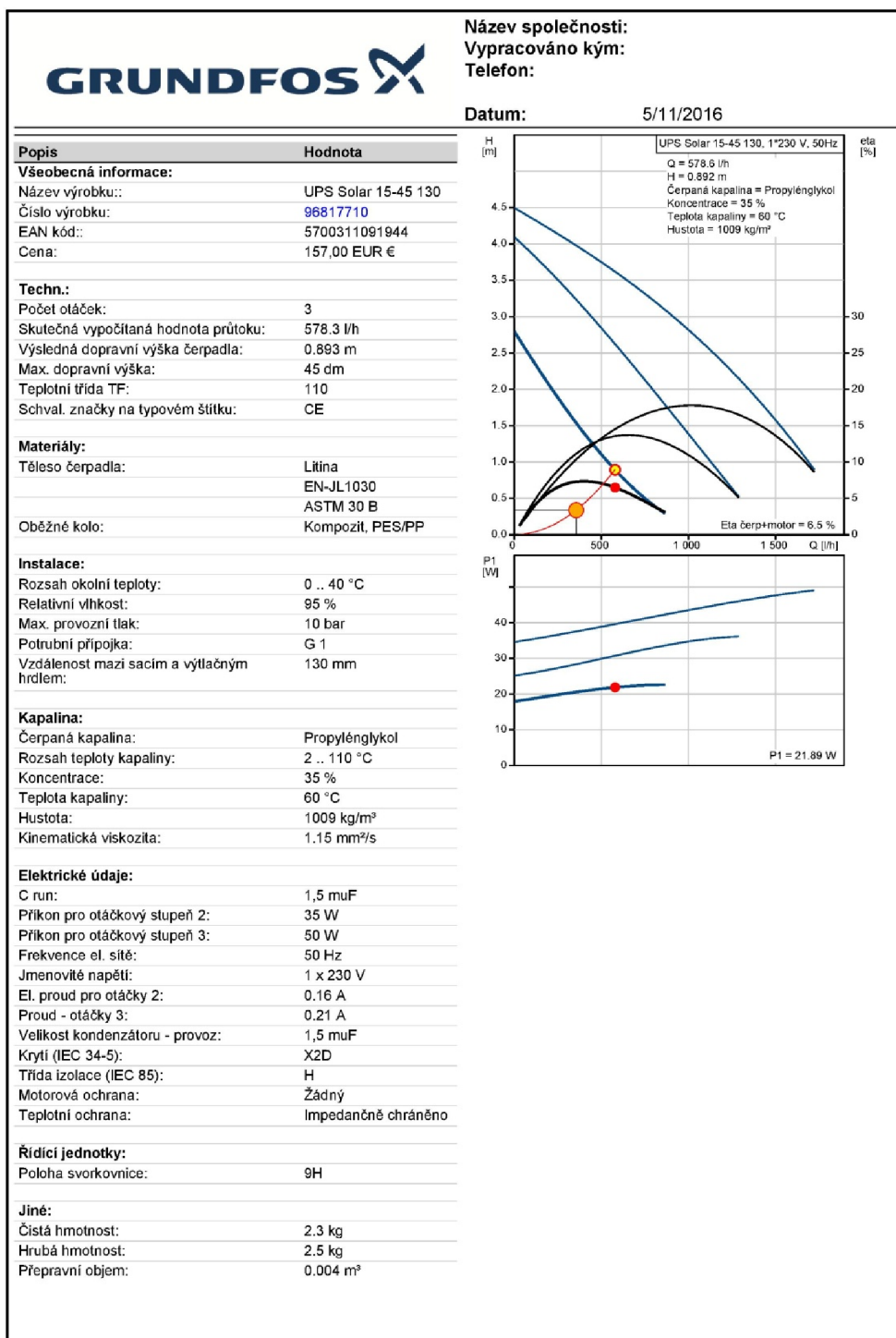
**Název společnosti:**  
**Vypracováno kým:**  
**Telefon:**

**Datum:** 5/11/2016

Popis	Hodnota
<b>Všeobecná informace:</b>	
Název výrobku::	ALPHA2 L 25-40 130
Číslo výrobku:	95047561
EAN kód::	5700311668566
Cena:	173,00 EUR €
<b>Techn.:</b>	
Skutečná vypočítaná hodnota průtoku:	1.07 m³/h
Výsledná dopravní výška čerpadla:	2.239 m
Max. dopravní výška:	40 dm
Teplotní třída TF:	110
Schval. značky na typovém štítku:	VDE,GS,CE
<b>Materiály:</b>	
Těleso čerpadla:	Litina
	EN-JL 1020
	ASTM A48-25 B
Oběžné kolo:	Compozit, PP
<b>Instalace:</b>	
Rozsah okolní teploty:	0 .. 40 °C
Max. provozní tlak:	10 bar
Potrubní přípojka:	G 1 1/2
PN pro potrubní přípojku:	PN 10
Vzdálenost mezi sacím a výtlačným hrdlem:	130 mm
<b>Kapalina:</b>	
Čerpaná kapalina:	Topná voda
Rozsah teploty kapaliny:	2 .. 110 °C
Teplota kapaliny:	55 °C
Hustota:	985.7 kg/m³
Kinematická viskozita:	1 mm²/s
<b>Elektrické údaje:</b>	
Příkon - P1:	5 .. 22 W
Frekvence el. sítě:	50 Hz
Jmenovité napětí:	1 x 230 V
Max. spotřeba el. proudu:	0.05 .. 0.19 A
Krytí (IEC 34-5):	IP42
Třída izolace (IEC 85):	F
Motorová ochrana:	Žádný
Teplotní ochrana:	ELEC
<b>Řídící jednotky:</b>	
Poloha svorkovnice:	6H
<b>Jiné:</b>	
Energet. účinnost (EEI):	0.23
Čistá hmotnost:	1.9 kg
Hrubá hmotnost:	2.1 kg

Příloha č. 2 Oběhové čerpadlo pro solární okruh



## Příloha č. 3 Pojistný ventil pro topný okruh

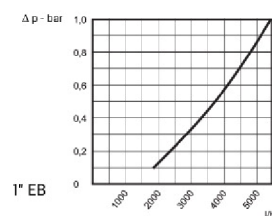
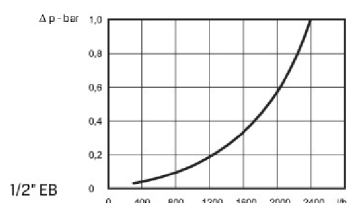
**Tabulka údajů pro výpočet dle ČSN 13 43 09**

Označení Typ DUCCO	Jmenovitá světlost DN [mm]	Nejmenší průtočný průřez [mm <sup>2</sup> ]	Zaručený výtokový součinitel $\alpha_w$ [-]	Otevírací tlak $p_o$ [kPa] Při $p_o$ do 300 kPa tolerance $\pm 10\%$ Při $p_o$ nad 300 kPa tolerance $\pm 30$ kPa
<b>Pro topení:</b>				
1/2" × 1/2"	15	113	0,444	200; 250; 300
3/4" × 3/4"	20	176	0,565	200; 250; 300
1/2" × 3/4"	15	113	0,444	150; 180; 200; 250; 300; 350; 400; 450; 500; 550
3/4" × 1"	20	176	0,565	100; 150; 180; 200; 250; 300; 350; 400; 450; 500; 550
1" × 1 1/4"	25	380	0,684	50; 100; 150; 180; 200; 250; 300; 350; 400; 450; 500; 550
1 1/4" × 1 1/2"	32	804	0,693	100; 150; 200; 250; 300; 350; 400; 450; 500; 550
1 1/2" × 2"	40	1017	0,549	50; 100; 150; 200; 250; 300; 350; 400; 450; 500; 550
2" × 2 1/2"	50	1589	0,576	50; 100; 150; 200; 250; 300; 350; 400; 450; 500; 550
1/2" × 3/4" M	15	113	0,444	250
<b>Pro systémy TV: lze použít i pro topení pokud PN instalovaných zařízení není menší než PN 6</b>				
1/2" × 1/2"	15	113	0,444	600; 800
3/4" × 3/4"	20	176	0,565	600; 800
1/2" × 3/4"	15	113	0,444	600; 700; 800; 900; 1000
3/4" × 1"	20	176	0,565	600; 700; 800; 900; 1000
1" × 1 1/4"	25	380	0,684	600; 700; 800; 900; 1000
1 1/4" × 1 1/2"	32	804	0,693	600; 700; 800; 900; 1000
1 1/2" × 2"	40	1017	0,549	600; 700; 800; 900; 1000
2" × 2 1/2"	50	1589	0,576	600; 700; 800; 900; 1000
<b>Pro zásobníky TV</b>				
1/2" EB	15			600; 800; 1000
1" EB	20			600; 800

**Pojistné ventily jsou určeny pro teplovodní uzavřené otopné systémy a ohřivače TV**

	Ventily pro topení/přirubové	Ventily pro systémy TV/přirubové
Tlak při plném otevření $p_{max}$ :	1,2 $p_o$	1,1 $p_o$ , avšak minimálně $p_o + 60$ kPa
Materiál tělesa:	mosaz/šedá litina	mosaz/šedá litina
Těsnění kuželky	silikonová pryž	silikonová pryž
Materiál membrány	EPDM - pryž	EPDM - Pryž
Maximální pracovní teplota	110° C	110° C
Jmenovitý tlak PN	1600 kPa/1000kPa	1600 kPa/1000 kPa

**Tlakové ztráty pojistných ventilů k zásobníkům TV**



**meibes**  
Effiziente Energietechnik

MEIBES s.r.o. · Bohnická 5/28 · 181 00 Praha 8  
tel.: 284 001 081 · fax: 284 001 080  
e-mail: info@meibes.cz · www.meibes.cz

**Ai** AALBERTS  
INDUSTRIES

MS2015.05

## Příloha č. 4 Pojistný ventil pro solární okruh

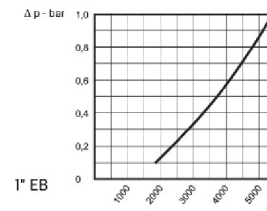
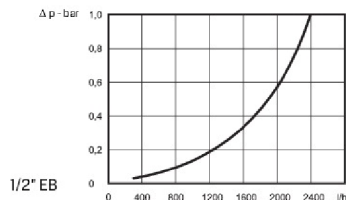
**Tabulka údajů pro výpočet dle ČSN 13 43 09**

Označení Typ DUCCO	Jmenovitá světlost DN [mm]	Nejmenší průtočný průřez [mm <sup>2</sup> ]	Zaručený výtokový součinitel $\alpha_w$ [-]	Otevírací tlak $p_o$ [kPa] Při $p_o$ do 300 kPa tolerance $\pm 10\%$ Při $p_o$ nad 300 kPa tolerance $\pm 30$ kPa
<b>Pro topení:</b>				
1/2" × 1/2"	15	113	0,444	200; 250; 300
3/4" × 3/4"	20	176	0,565	200; 250; 300
1/2" × 3/4"	15	113	0,444	150; 180; 200; 250; 300; 350; 400; 450; 500; 550
3/4" × 1"	20	176	0,565	100; 150; 180; 200; 250; 300; 350; 400; 450; 500; 550
1" × 1 1/4"	25	380	0,684	50; 100; 150; 180; 200; 250; 300; 350; 400; 450; 500; 550
1 1/4" × 1 1/2"	32	804	0,693	100; 150; 200; 250; 300; 350; 400; 450; 500; 550
1 1/2" × 2"	40	1017	0,549	50; 100; 150; 200; 250; 300; 350; 400; 450; 500; 550
2" × 2 1/2"	50	1589	0,576	50; 100; 150; 200; 250; 300; 350; 400; 450; 500; 550
1/2" × 3/4" M	15	113	0,444	250
<b>Pro systémy TV: lze použít i pro topení pokud PN instalovaných zařízení není menší než PN 6</b>				
1/2" × 1/2"	15	113	0,444	600; 800
3/4" × 3/4"	20	176	0,565	600; 800
1/2" × 3/4"	15	113	0,444	600; 700; 800; 900; 1000
3/4" × 1"	20	176	0,565	600; 700; 800; 900; 1000
1" × 1 1/4"	25	380	0,684	600; 700; 800; 900; 1000
1 1/4" × 1 1/2"	32	804	0,693	600; 700; 800; 900; 1000
1 1/2" × 2"	40	1017	0,549	600; 700; 800; 900; 1000
2" × 2 1/2"	50	1589	0,576	600; 700; 800; 900; 1000
<b>Pro zásobníky TV</b>				
1/2" EB	15			600; 800; 1000
1" EB	20			600; 800

**Pojistné ventily jsou určeny pro teplovodní uzavřené otopné systémy a ohřivače TV**

	Ventily pro topení/přirubové	Ventily pro systémy TV/přirubové
Tlak při plném otevření $p_{max}$ :	1,2 $p_o$	1,1 $p_o$ , avšak minimálně $p_o + 60$ kPa
Materiál tělesa:	mosaz/šedá litina	mosaz/šedá litina
Těsnění kuželky	silikonová pryž	silikonová pryž
Materiál membrány	EPDM - pryž	EPDM - Pryž
Maximální pracovní teplota	110° C	110° C
Jmenovitý tlak PN	1600 kPa/1000kPa	1600 kPa/1000 kPa

**Tlakové ztráty pojistných ventilů k zásobníkům TV**



MS2015.05

## Příloha č. 5 Expanzní nádoba pro otopný systém

### EXPANZNÍ NÁDOBY PRO OTOPNÉ SYSTÉMY



#### Expanzní nádoby AQUAFILL HS



Expanzní nádoby řady HS jsou určeny k provozu v otopných systémech nebo v uzavřených chladicích okruzích a umožňují absorbovat změny objemu, způsobené změnou teploty topné kapaliny.

Nádoby jsou vyrobeny z vysoce kvalitní oceli a jsou opatřeny antikorozi povrchovou úpravou. V nádobě je nepropustná, velmi elastická membrána odolná vůči vysokým teplotám. U nádob s objemem od 50l je membrána vyměnitelná.

#### Technické údaje

MATERIÁL NÁDOBY	ocel
MATERIÁL MEMBRÁNY	EPDM
MATERIÁL PŘÍRUBY	ocel s povrchovou úpravou
PŘEDNASTAVENÝ TLAK	1,5 bar
PROVOZNÍ TEPLOTA	-10 až 99 °C

Správnou velikost expanzní nádoby musí stanovit projektant. Pro výpočet velikosti expanzní nádoby pro otopné systémy je nutné znát vodní objem celé otopné soustavy (kotel, potrubí, otopná tělesa...), její maximální provozní teplotu a tlak, převýšení nejvyššího bodu otopné soustavy nad expanzní nádobou a minimální požadovaný tlak v kotelně.

#### Rozměry a typy

ZÁVĚSNÉ PROVEDENÍ	HS005	HS008	HS012	HS018	HS025	HS040
OBJEM	5	8	12	18	25	40
PRŮMĚR	160 mm	200 mm	270 mm	270 mm	290 mm	320 mm
VÝŠKA	325 mm	330 mm	310 mm	310 mm	425 mm	580 mm
PŘIPOJENÍ	3/4" M	3/4" M	3/4" M	3/4" M	3/4" M	3/4" M
MAX.PRACOVNÍ TLAK	6 bar	6 bar	6 bar	6 bar	6 bar	6 bar
OBJEDNACÍ KÓD	13731	13732	13734	13735	13736	13737

PROVEDENÍ NA NOHÁCH SVÝMĚNNÝM VAKEM*	HS 035	HS 050	HS 060	HS 080	HS 100	HS 150	HS 200	HS 250	HS 300	HS 400	HS 500	HS 600	HS 700
OBJEM	35	50	60	80	100	150	200	250	300	400	500	600	700
PRŮMĚR	320 mm	380 mm	380 mm	450 mm	450 mm	554 mm	554 mm	624 mm	630 mm	624 mm	775 mm	775 mm	775 mm
VÝŠKA	525 mm	620 mm	670 mm	662 mm	730 mm	807 mm	988 mm	1006 mm	1160 mm	1520 mm	1250 mm	1525 mm	1635 mm
PŘIPOJENÍ	3/4" M	3/4" M	1" M	1" M	1" M	6/4" M	6/4" M	6/4" M	6/4" M	6/4" M	6/4" M	6/4" M	6/4" M
MAX.PRACOVNÍ TLAK	5 bar	6 bar	6 bar	6 bar	6 bar	6 bar	6 bar	6 bar	6 bar	6 bar	6 bar	6 bar	6 bar
OBJEDNACÍ KÓD	13738	13739	13740	13741	13742	13743	13744	13745	13746	13747	13748	13749	13750

\* Expanzní nádoba HS035 nemá výměnný vak.

#### Příslušenství



Držák na zeď a přípojovací ventil G 3/4" F/M  
Obj. kód 7766



Přípojovací ventil  
3/4" Obj. kód 8770  
1" Obj. kód 12295  
6/4" Obj. kód 14492



Držák na zeď včetně vrutů a hmoždinek  
Obj. kód 12174

#### Výměnný vak

OBJEM	OBJ. KÓD
50l	13785
60 a 80 l	13769
100l	13770
150 a 200l	13771
250 a 300l	13772
400l	13773
500 a 700l	13774



Regulus spol. s r.o.  
Do Koutů 1897/3, 143 00 Praha 4  
Tel.: 241 764 506, Fax: 241 763 976  
E-mail: obchod@regulus.cz  
Web: www.regulus.cz

Expanzní nádoby

AQUAFILL HS



## Příloha č. 6 Expanzní nádoba pro solární systém

### EXPANZNÍ NÁDOBY PRO SOLÁRNÍ SYSTÉMY



#### Expanzní nádoby AQUAFILL SL



Expanzní nádoby řady SL jsou určeny k provozu v solárních systémech.

Nádoby jsou vyrobeny z vysoce kvalitní oceli a jsou opatřeny antikorozií povrchovou úpravou. V nádobě je nepropustná, velmi elastická membrána odolná vůči vysokým teplotám. U nádob s objemem od 50 l je membrána vyměnitelná.

#### Technické údaje

MATERIÁL NÁDOBY	ocel
MATERIÁL MEMBRÁNY	butyl
MATERIÁL PŘÍRUBY	nerezová ocel
PŘEDNASTAVENÝ TLAK	2,5 bar
PROVOZNÍ TEPLOTA	-10 až 130 °C

Správnou velikost expanzní nádoby musí stanovit projektant. Expanzní nádoba musí být dimenzována na teplotní rozdíl daný minimální teplotou v zimním období a maximální teplotou v letním období a musí být schopna pojmout objem kapaliny všech kolektorů v případě stagnace (maximální teplota kolektoru při zastaveném průtoku a velké intenzitě slunečního záření).

#### Rozměry a typy

ZÁVĚSNÉ PŘÍPOJENÍ		SL012	SL018	SL025	SL040
OBJEM	l	12	18	25	40
PRŮMĚR	mm	270	270	290	320
VÝŠKA	mm	310	425	468	570
PŘÍPOJENÍ	–	3/4" M	3/4" M	3/4" M	3/4" M
MAX.PRACOVNÍ TLAK	bar	8	8	8	8
OBJEDNACÍ KÓD	–	13720	13721	13722	13723



PŘÍPOJENÍ NA NOHÁCH SVÝMĚNNÝM VAKEM		SL050	SL080	SL100	SL150	SL200	SL300	SL500
OBJEM	l	50	80	100	150	200	300	500
PRŮMĚR	mm	320	450	750	554	554	624	780
VÝŠKA	mm	620	662	732	807	988	1160	1250
PŘÍPOJENÍ	–	3/4" M	3/4" M	1" M	6/4" M	6/4" M	6/4" M	6/4" M
MAX.PRACOVNÍ TLAK	bar	10	10	10	10	10	10	8
OBJEDNACÍ KÓD	–	13724	13725	13726	13727	13728	13729	13730



#### Příslušenství



Držák na zeď a přípojovací ventil G 3/4" F/M  
Obj. kód 7766



Přípojovací ventil  
3/4" Obj. kód 8770  
1" Obj. kód 12295  
6/4" Obj. kód 14492



Držák na zeď včetně vrtů a hmoždinek  
Obj. kód 12174

#### Výměnný vak



OBJEM	OBJ. KÓD
50l	13775
80 a 100l	13776
150l	13777
200l	12763
300l	13786
500l	13787



Regulus spol. s r.o.  
Do Koutů 1897/3, 143 00 Praha 4  
Tel.: 241 764 506, Fax: 241 763 976  
E-mail: obchod@regulus.cz  
Web: [www.regulus.cz](http://www.regulus.cz)

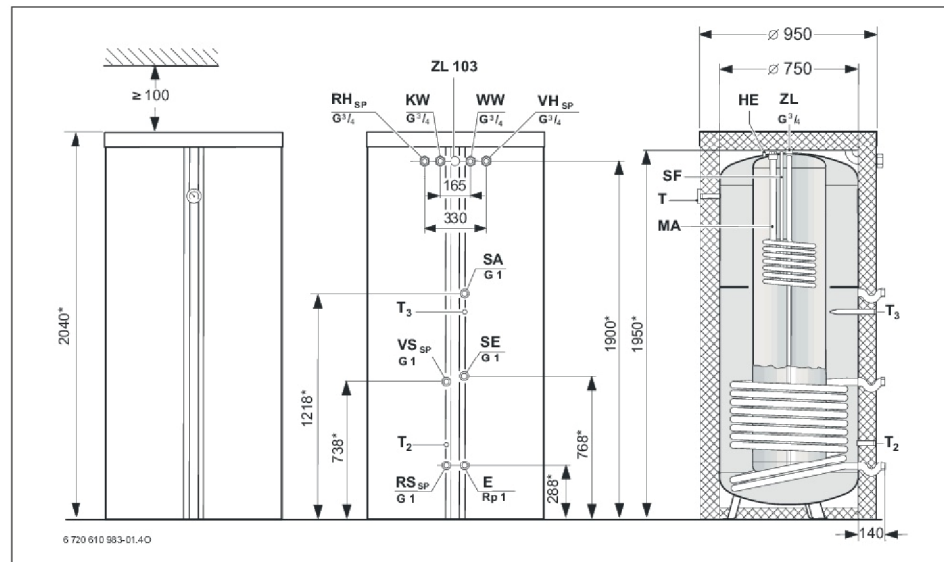
Expanzní nádoby

AQUAFILL SL

## Příloha č. 7 Kombinovaný solární zásobník

### Solární komponenty

JUNKERS



Obr. 63 Montážní a přípojovací rozměry SP 750 Solar

- E** vypouštěcí ventil na topnou vodu (Rp 1" - vnitřní závit); montáž na místě stavby
- HE** ruční odvzdušňovací ventil
- KW** přípojka studené vody (převlečná matice G 3/4")
- MA** magnéziová anoda
- RH<sub>SP</sub>** zpětné potrubí zásobníku - od horní topné spirály zásobníku k topnému zařízení (převlečná matice G 3/4")
- RS<sub>SP</sub>** zpětné potrubí zásobníku - od spodní topné spirály k plochému kolektoru (vnitřní závit G 1")
- SA** výstup zásobníku - z části topné vody k topnému zařízení (vnitřní závit G 1") - náběh z části zásobníku s topnou vodou a k topnému zařízení
- SE** vstup zásobníku - z topné sítě přes třicestý přepínací ventil k části topné vody (vnitřní závit G 1")
- SF** čidlo teploty v zásobníku - topné zařízení (NTC)
- T** teploměr pro zobrazení teploty
- T<sub>2</sub>** spodní ponorné pouzdro (vnitřní Ø = 16 mm) pro čidlo teploty zásobníku topné vody - pro solární regulátor (PTC)
- T<sub>3</sub>** střední ponorné pouzdro (vnitřní Ø = 16 mm) pro čidlo teploty zásobníku topné vody - pro solární regulátor (PTC)
- T<sub>NTC</sub>** horní ponorné pouzdro; čidlo teploty zásobníku pitné vody - pro plynový kotel (NTC)
- VH<sub>SP</sub>** vstup zásobníku - od topného kotle k horní topné spirále zásobníku (převlečná matice G 3/4")
- VS<sub>SP</sub>** vstup zásobníku od plochého kolektoru ke spodní topné spirále (vnitřní závit G 1")
- WW** přípojka teplé vody (převlečná matice G 3/4")
- Z** cirkulační přípojka (vnější závit G 3/4")
- ZL 103** průchodka cirkulačního potrubí (příslušenství ZL 103)

\* Rozměry platí pro případ, kdy jsou stavěcí podstavce zcela zašroubovány. Vyšroubováním stavěcích podstavců lze uvedené rozměry zvýšit až o 40 mm



## Technické údaje

Typ zásobníku		SP 750 Solar
<b>Horní spirála - dohřev topným kotlem:</b>		
Přenos tepla	–	Topná spirála
Počet závitů	–	7
Objem otopné vody	l	3
Otopná (výhřevná) plocha	m <sup>2</sup>	0,61
Max. provozní tlak horní topné spirály	bar	10
Max. výkon výhřevné plochy při:		
- $t_v = 90\text{ °C}$ a $t_{sp} = 45\text{ °C}$ dle DIN 4708	kW	25,1
- $t_v = 85\text{ °C}$ a $t_{sp} = 60\text{ °C}$	kW	13,9
Max. trvalý výkon při:		
- $t_v = 90\text{ °C}$ a $t_{sp} = 45\text{ °C}$ dle DIN 4708	l/h	590
- $t_v = 85\text{ °C}$ a $t_{sp} = 60\text{ °C}$	l/h	237
Množství oběhové vody	l/h	1300
Index výkonu <sup>1)</sup> dle DIN 4708 při $t_v = 90\text{ °C}$ (max. topný výkon)	N <sub>L</sub>	1,5
Min. doba ohřevu z $t_k = 10\text{ °C}$ na $t_{sp} = 60\text{ °C}$ $t_v = 85\text{ °C}$ při topném výkonu:		2,5
- 24 kW	Min.	20
- 18 kW	Min.	25
- 11 kW	Min.	49
<b>Část zásobníku pro ohřev pitné vody:</b>		
Užitný obsah:		
- celkem	l	195
- bez solárního vytápění	l	100
Využitelné množství teplé vody bez solárního vytápění resp. solárního dohřevu <sup>2)</sup> $t_{sp} = 60\text{ °C}$ a		
- $t_z = 45\text{ °C}$	l	145
- $t_z = 40\text{ °C}$	l	170
Max. provozní tlak vody	bar	10
<b>Spodní spirála - solární okruh:</b>		
Přenos tepla	–	Topná spirála
Počet závitů	–	10
Objem teplotnosné směsi	l	14
Otopná (výhřevná) plocha	m <sup>2</sup>	2,0
Max. provozní tlak topné spirály solárního okruhu	bar	10
<b>Část zásobníku pro ohřev topné vody:</b>		
Využitelný obsah topné vody	l	546
Max. pracovní tlak (vytápění)	bar	3
<b>Další údaje:</b>		
Pohotovostní spotřeba energie (24h)	kWh/d	3,2
Vlastní hmotnost bez obalu	kg	227
Vlastní hmotnost s obalem	kg	237
Barva	–	bílá/šedá

Tab. 31 Technická data solárních zásobníků

1) Index výkonu  $N_L$  udává počet plně zásobených bytů s 3,5 osobami, normální koupelnovou vanou dvěma dalšími odběrnými místy.  $N_L$  bylo zjištěno dle DIN 4708 při  $t_{sp} = 60\text{ °C}$ ,  $t_z = 45\text{ °C}$ ,  $t_k = 10\text{ °C}$  a při maximálním výkonu otopné plochy. Při snížení výkonu ohřevu a menším množství oběhové vody se  $N_L$  odpovídajícím způsobem sníží.

2) Ztráty při rozvodu mimo zásobník nejsou zohledněny.

$t_v$  = náběhová teplota  
 $t_{sp}$  = teplota zásobníku  
 $t_z$  = výtoková teplota teplé vody  
 $t$  = vstupní teplota studené vody

## Příloha č. 8 Plochý solární kolektor

### Solární komponenty

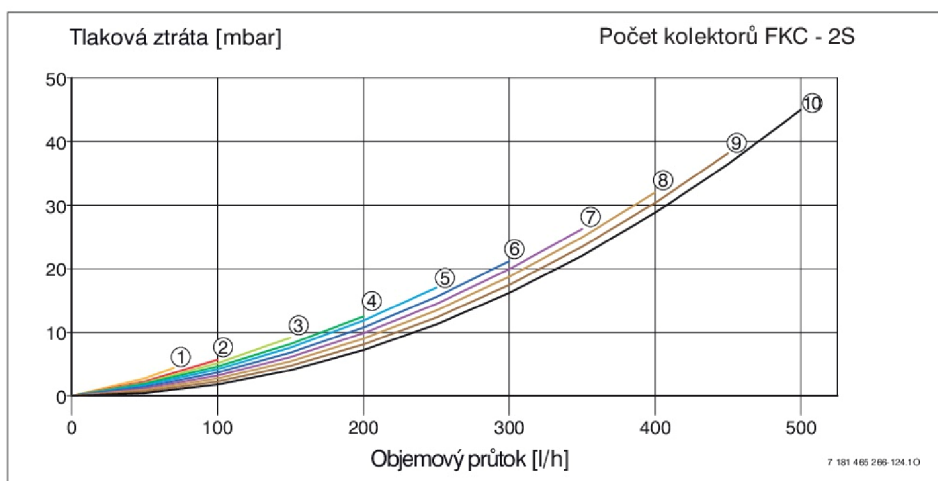
JUNKERS

#### Technické údaje

Deskový kolektor FK-C-2		Svislé	Vodorovné
Rozměry (L x B x H)	mm	2017 x 1175 x 87	1175 x 2017 x 87
Hrubá plocha	m <sup>2</sup>	2,37	
Plocha apertury	m <sup>2</sup>	2,25	
Plocha absorberu	m <sup>2</sup>	2,18	
Hmotnost	kg	38,9	38,9
Přípoj na připojovací sadě	-	Svěrné šroubení nebo vnější závit 3/4"	
Objem absorberu	l	0,94	1,35
Max. provozní tlak	bar	6	
Jmenovitý průtok	l/h	50	
Solární přenos	%	91,5 ± 0,5	
Absorpce	%	96 ± 2	
Emise	%	12 ± 2	
Účinnost $\eta_0$ <sup>1)</sup>	%	76,6	77
Součinitel tepelných ztrát $a_1$ <sup>1)</sup>	W/m <sup>2</sup> /K	3,22	3,87
Součinitel tepelných ztrát $a_2$ <sup>1)</sup>	W/m <sup>2</sup> /K	0,015	0,012
Úhel dopadu záření - korekční faktor (50 °)	-	1	0,91
Specifická tepelná kapacita c	kJ / m <sup>2</sup> K	3,75	5,05
Certifikováno podle CEN KEYMARK		Registr. č.: 011-7S1587 F	
Stagnační teplota	°C	199	194

Tab. 23 Technická data plochého kolektoru FK-C-2


1) při spojení kolektorů šroubovacími sponami (vztaheno na plochu apertury)



Obr. 43 Tlaková ztráta plochého kolektoru FK-C-2S (směs vody a glykolu 55/45 objemových %)

Příloha č. 9 Plynový kondenzační kotel

**Technické údaje**

	Jednotky	ZSBR 16-3 E
Třída energetické účinnosti		 A
Jmenovitý tepelný výkon	kW	15
Deklarovaný zátěžový profil		-
Pracovní rozsah plynulé regulace 40/30 °C	kW	3,7 - 15,9
Pracovní rozsah plynulé regulace 80/60 °C	kW	3,3 - 14,6
Tepelný příkon	kW	3,4 - 15,0
Normovaný stupeň využití až	%	
Spotřeba plynu při jmen. výkonu – zemní plyn	m <sup>3</sup> /h	1,6
Maximální průtočné množství TV při 40 °C	l/min	-
Minimální potřebný tlak vody – TV	bar	-
Nastavitelný rozsah teploty TV	°C	-
Max. provozní přetlak otopné vody	bar	
Celkový objem expanzní nádoby	l	12
Teplota spalin při tep. spádu 40/30 °C max./min. výkon	°C	49/32
Teplota spalin při tep. spádu 80/60 °C max./min. výkon	°C	69/58
Max. množství kondenzační vody	l/h	1,2
Třída NO <sub>x</sub>		
Elektrický příkon max.	W	105
Elektrické napětí/frekvence	V/Hz	
Rozměry (v/š/h)	mm	
Celková hmotnost bez obalu	kg	50

## Příloha č. 10 Ventil - otopná tělesa RADIK

### RADIK VENTIL KOMPAKT



Při použití deskových otopných těles RADIK v provedení VENTIL KOMPACT je nezbytné, aby pro jejich správnou funkci byl stupeň nastavení ventilu stanoven výpočtem a byl uveden v projektové dokumentaci. Při realizaci otopné soustavy musí být montážní organizací respektován.

Z výroby je ventil přednastaven na stupeň 8 a po proplachu před zahájením topné zkoušky musí být nastaven speciálním klíčkem na požadovaný stupeň nastavení.



#### Příklad výpočtu

**Hledáno:** stupeň nastavení

**Dáno:** tepelný výkon  
ochlazení vody  
tlaková ztráta otopného tělesa s ventilem  
tepelná kapacita vody

$Q = 1135 \text{ W}$   
 $t_1 - t_2 = 15 \text{ K (65/50 °C)}$   
 $\Delta p = 30 \text{ mBar}$   
 $c = 1,163 \text{ Wh/kg.K}$

**Řešení:** hmotnostní průtok

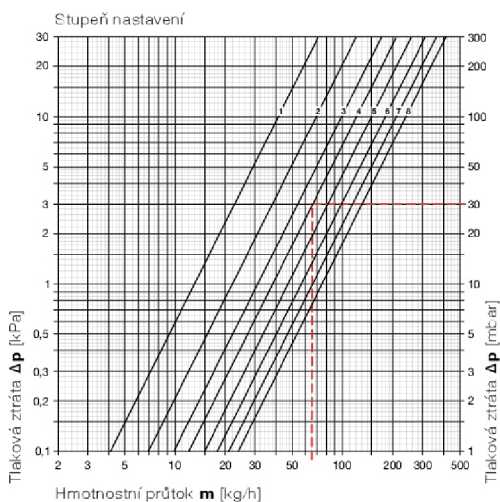
$$m = \frac{Q}{c \cdot (t_1 - t_2)} = \frac{1135}{1,163 \cdot 15} = 65 \text{ kg/h}$$

stupeň nastavení ventilu (viz diagram): 4

#### Tabulka

Otopná tělesa v provedení VENTIL KOMPACT bez přípojovacích armatur	Stupeň nastavení ventilu	Stupeň nastavení ventilu								Nejvyšší přípustná prov. teplota [°C]	Nejvyšší přípustný prov. přeřtok [MPa]
		1	2	3	4	5	6	7	8		
Ventil s možností nastavení v osmi stupních a termostatickou hlavici	$k_v$ [m³/h]	0,13	0,22	0,31	0,38	0,47	0,57	0,66	0,75	110	1,0
	$k_{ve}$ [m³/h]	0,16	0,27	0,38	0,43	0,65	0,98	1,23	1,43		

Uvedené hodnoty  $k_v$  odpovídají pásmu proporcionality 2 K



#### Převodní tabulka pro nastavení ventilu

Odpovídající hodnoty nastavení pro 8stupňový ventil v případě, že byl stupeň nastavení vypočten pro 6stupňový ventil.

	Stupeň nastavení ventilu					
	1	2	3	4	5	6
6stupňový ventil	1	2	3	4	5	6
8stupňový ventil	1	1	2,5	4,5	6,5	8

**KORADO, a. s.**

Bří Hubálků 869

560 02 Česká Třebová

Info linka (zdarma): 800 111 506

e-mail: info@korado.cz

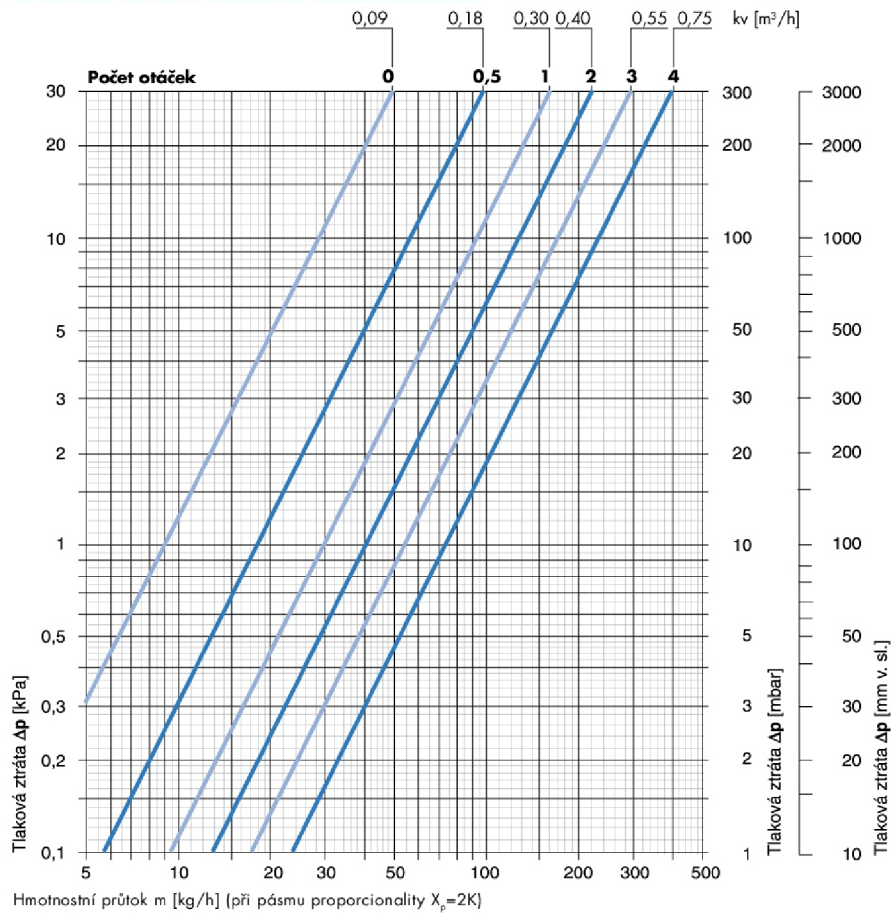
www.korado.cz

## Příloha č. 11 Připojovací armatura HM



### ARMATURA HM

#### Technické údaje - ARMATURA HM



Hmotnostní průtok  $m$  [kg/h] (při pásmu proporcionality  $X_p=2K$ )

ARMATURA HM s termostatickou hlavicí	$X_p$ [K]	$k_v$ [m³/h] při přednastavení na stupeň (počet otáček)						$k_v$ [m³/h]	Max. teplota [°C]	Max. provozní tlak [bar]	Max. tlaková diference, při níž ventil ještě uzavírá $\Delta p$ [bar]
		0	0,5	1	2	3	4				
DN 15 (½"): přímá a rohová arma- tura; dvoutrubková otopná soustava	1	0,09	0,17	0,22	0,25	0,28	0,38	1,10	120	10	1,0
	2	0,09	0,18	0,30	0,40	0,55	0,75				

ARMATURA HM je přednastavena na stupeň 4 - plně otevřena.

#### Technické údaje – termostatické hlavice

- připojovací závit M 30 x 1,5
- rozsah hodnot nastavení 6°C až 28°C
- možnost blokace nebo omezení rozsahu nastavení požadovaných hodnot
- barva bílá nebo odstín „chrom“

Technické změny vyhrazeny.