

VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ  
BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY



FAKULTA STAVEBNÍ

ÚSTAV TECHNICKÝCH ZAŘÍZENÍ BUDOV

FACULTY OF CIVIL ENGINEERING  
INSTITUTE OF BUILDING SERVICES

NÁVRH SYSTÉMU TEPLOVZDUŠNÉHO VYTÁPĚNÍ A PŘÍPRAVY TOPNÉ VODY V RODINNÉM DOMĚ  
WARM HEATING SYSTEM DESIGN AND PREPARATION OF WATER HEATING IN A  
FAMILY HOUSE

DIPLOMOVÁ PRÁCE

DIPLOMA THESIS

AUTOR PRÁCE LIBUŠE PIJÁČKOVÁ

AUTHOR

VEDOUCÍ PRÁCE DOC. ING. ALEŠ RUBINA PH.D.

SUPERVISOR

BRNO 2014



# VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ FAKULTA STAVEBNÍ

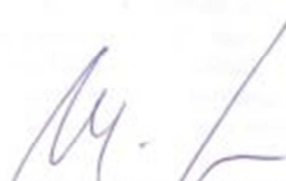
<b>Studijní program</b>	B3607 Stavební inženýrství
<b>Typ studijního programu</b>	Bakalářský studijní program s prezenční formou studia
<b>Studijní obor</b>	3608R001 Pozemní stavby
<b>Pracoviště</b>	Ústav technických zařízení budov

## ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

<b>Student</b>	Libuše Pijáčková
<b>Název</b>	Návrh systémů teplovzdušného vytápění a přípravy topné vody v rodinném domě
<b>Vedoucí bakalářské práce</b>	doc. Ing. Aleš Rubina, Ph.D.
<b>Datum zadání bakalářské práce</b>	30. 11. 2013
<b>Datum odevzdání bakalářské práce</b>	30. 5. 2014

V Brně dne 30. 11. 2013

  
doc. Ing. Jiří Hirs, CSc.  
Vedoucí ústavu

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



### Podklady a literatura

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

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

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

B. Výpočtová část

analýza objektu – rozdělení na funkční celky VZT, koncepční řešení celé budovy po stránce pokrytí tepelných ztrát větráním a prostupem, vedoucí zadá vybranou část k dalšímu rozpracování

tepelné bilance,

průtoky vzduchu, tlakové poměry

dimenzování potrubí a tlaková ztráta,

úpravy vzduchu návrh VZT jednotek (hx diagramy),

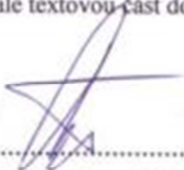
útlum hluku

C. Projekt – úroveň prováděcího projektu: výkresy dvoučarově, půdorysy + řezy (řešené místnosti, strojovna) legenda prvků, 1:50 (1:100) – budou uloženy samostatně jako přílohy, technická zpráva (tabulka místností, tabulka zařízení), položková specifikace, funkční (regulační) schéma

### Struktura bakalářské/diplomové práce

VŠKP vypracujte a rozdělte podle dále uvedené struktury:

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

  
.....  
doc. Ing. Aleš Rubina, Ph.D.  
Vedoucí bakalářské práce



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ  
FAKULTA STAVEBNÍ

## POPISNÝ SOUBOR ZÁVĚREČNÉ PRÁCE

<b>Vedoucí práce</b>	doc. Ing. Aleš Rubina, Ph.D.
<b>Autor práce</b>	Libuše Pijáčková
<b>Škola</b>	Vysoké učení technické v Brně
<b>Fakulta</b>	Stavební
<b>Ústav</b>	Ústav technických zařízení budov
<b>Studijní obor</b>	3608R001 Pozemní stavby
<b>Studijní program</b>	B3607 Stavební inženýrství
<b>Název práce</b>	Návrh systémů teplovzdušného vytápění a přípravy topné vody v rodinném domě
<b>Název práce v anglickém jazyce</b>	The design of the air heating and water heating in a detached house
<b>Typ práce</b>	Bakalářská práce
<b>Přidělovaný titul</b>	Bc.
<b>Jazyk práce</b>	Čeština
<b>Datový formát elektronické verze</b>	
<b>Anotace práce</b>	Tato práce je zaměřena na řešení přípravy topné vody, teplé vody a teplovzdušného vytápění pro stávající rodinný dům.
<b>Anotace práce v anglickém jazyce</b>	This work is focused on the solution preparation water heating, hot water and air heating for the existing house
<b>Klíčová slova</b>	Příprava topné vody, příprava teplé vody, solární ohřev, teplovzdušné topení
<b>Klíčová slova v anglickém jazyce</b>	Preparation of hot water, domestic hot water, solar heating, warm air heating

## **BIBLIOGRAFICKÁ CITACE**

Libuše Pijáčková *Návrh systémů teplovzdušného vytápění a přípravy topné vody v rodinném domě*. Brno, 2014. 93 s., 9 s. příl. Bakalářská práce. Vysoké učení technické v Brně, Fakulta stavební, Ústav technických zařízení budov. Vedoucí práce doc. Ing. Aleš Rubina, Ph.D.

## **PROHLÁŠENÍ:**

Prohlašuji, že jsem diplomovou práci zpracovala samostatně a že jsem uvedla všechny použité informační zdroje.

V Brně dne 25. 5. 2014

.....  
podpis autora

# **PROHLÁŠENÍ O SHODĚ LISTINNÉ A ELEKTRONICKÉ FORMY VYSOKOŠKOLSKÉ KVALIFIKAČNÍ PRÁCE**

Prohlašuji, že elektronická forma odevzdané práce je shodná s odevzdanou listinnou formou.

V Brně dne 25. 5. 2014

.....

podpis autora

Tímto bych chtěla poděkovat vedoucímu mé bakalářské práce doc. Ing. Aleši Rubinovi Ph. D., za ochotnou pomoc a příkladné vedení při řešení tohoto projektu.



# OBSAH

<b>A. SEMINÁRNÍ PRÁCE -VYUŽITÍ SOLÁRNÍ ENERGIE .....</b>	<b>11</b>
A.1 PASIVNÍ VYUŽITÍ.....	12
A.1.1 PASIVNÍ SOLÁRNÍ PRVKY:.....	13
A.1.1.1 OKNA .....	13
A.1.1.2 ZIMNÍ ZAHRADY .....	13
A.1.1.3 TROMBÉHO STĚNA.....	14
A.1.1.4 JAK ZABRÁNIT PŘEHŘÍVÁNÍ DOMU V LETNÍM OBDOBÍ.....	14
A.2 AKTIVNÍ VYUŽITÍ.....	15
A.2.1 TERMICKÉ KOLEKTORY .....	15
A.2.2 FOTOVOLTAICKÉ PANELE: .....	20
A.2.2.1 STRUČNÝ GENERAČNÍ VÝVOJ .....	20
A.2.2.2 PRINCIP A KONSTRUKCE SOLÁRNÍHO ČLÁNKU.....	20
A.2.2.3 FOTOVOLTAICKÉ SYSTÉMY .....	23
A.2.2.4 FOTOVOLTAIKA V ČR.....	26
<b>B. VÝPOČTOVÁ ČÁST .....</b>	<b>27</b>
B.1 ANALÝZA OBJEKTU.....	27
B.1.1 MATERIÁLY, SKLADBY KONSTRUKCÍ A VÝPLNĚ OTVORŮ .....	28
B.1.1.1 SOUČINITELE PROSTUPU TEPLA KONSTRUKCÍ U [W/m <sup>2</sup> K].....	28
B.1.1.2 VÝPLNĚ OTVORŮ .....	32
B.1.2 TEPELNÝ ŠTÍTEK OBÁLKY BUDOVY .....	33
B.1.3 TEPELNÉ ZISKY .....	36
B.1.3.1 KUCHYŇ+ OBÝVACÍ POKOJ 105+106.....	36
B.1.3.2 LOŽNICE 202 .....	38
B.1.3.3 LOŽNICE 203 .....	40
B.2 NÁVRH OTOPNÉ SOUSTAVY .....	42
B.2.1 PŘESNÉ TEPELNÉ ZTRÁTY MÍSTNOSTÍ .....	42
B.2.2 NÁVRH OTOPNÝCH TĚLES .....	54
B.2.1 DIMENZOVÁNÍ POTRUBÍ A NÁVRH ČERPADLA .....	55
B.2.1.1 NÁVRH ČERPADLA .....	58
B.2.2 POTŘEBA TEPLÉ VODY .....	58
B.2.3 NÁVRH KOTLE NA TUHÁ PALIVA .....	59
B.2.4 NÁVRH ZÁSOBNÍKŮ OTOPNÉ A TEPLÉ VODY.....	60
B.2.5 NÁVRH POJISTNÉHO ZAŘÍZENÍ .....	62
B.2.5.1 POJISTNÝ VENTIL PRO KOTEL ATMOS .....	62
B.2.5.2 EXPANZNÍ NÁDOBA NA TOPNOU VODU .....	63
B.2.5.3 EXPANZNÍ NÁDOBA NA ZÁSOBNÍK TEPLÉ VODY .....	64
B.2.6 POTŘEBNÉ MNOŽSTVÍ SPALOVACÍHO VZDUCHU PRO KOTEL NA PEVNÁ PALIVA.....	65
B.3 TEPELVZDUŠNÉ VYTÁPĚNÍ KRBEM .....	67
B.3.1 KRBOVÁ VLOŽKA S PŘÍSLUŠENSTVÍM.....	67
B.3.2 POTŘEBNÉ MNOŽSTVÍ SPALOVACÍHO VZDUCHU PRO KRB.....	69
B.3.3 NÁVRH IZOLACE NA TEPELVZDUŠNÉM ROZVODU .....	70
B.4 TERMICKÝ SOLÁRNÍ SYSTÉM .....	71
B.4.1 POTŘEBNÁ PLOCHA KOLEKTORŮ .....	71

B.4.2	TLAKOVÁ ZTRÁTA POTRUBÍ A NÁVRH ČERPADLA .....	78
B.4.3	NÁVRH POJISTNÉHO ZAŘÍZENÍ .....	79
B.4.3.1	NÁVRH EXPANZNÍ NÁDOBY .....	79
B.4.3.2	NÁVRH PŘEDŘADNÉ NÁDOBY .....	79
B.4.4	NÁVRH DALŠÍCH ČÁSTÍ SOLÁRNÍHO SYSTÉMU .....	80
B.4.4.1	NÁVRH SOLÁRNÍ STANICE .....	80
B.4.4.2	ZÁCHYTNÉ A DOPLŇOVACÍ ZAŘÍZENÍ SOLÁRNÍ KAPALINY .....	81
B.4.4.3	IZOLACE POTRUBÍ .....	81
<b>C.</b>	<b>TECHNICKÁ ZPRÁVA .....</b>	<b>82</b>
C.1	PODKLADY PRO ZPRACOVÁNÍ.....	82
C.2	ZÁKLADNÍ KONCEPČNÍ ŘEŠENÍ.....	83
C.2.1	ENERGETICKÉ ZDROJE .....	83
C.3	POPIS TECHNICKÉHO ŘEŠENÍ.....	83
C.3.1	KONCEPCE VYTÁPĚNÍ .....	83
C.4	MĚŘENÍ A REGULACE .....	84
C.5	IZOLACE A NÁTĚRY.....	85
C.6	PROTIPOŽÁRNÍ OPATŘENÍ .....	85
C.7	NÁROKY NA SPOLUSOUVISEJÍCÍ PROFESE .....	85
C.7.1	STAVEBNÍ ÚPRAVY: .....	85
C.7.2	SILNOPROUD: .....	85
C.7.3	ZTI:.....	86
C.8	MONTÁŽ, PROVOZ, ÚDRŽBA A OBSLUHA ZAŘÍZENÍ.....	86
C.9	ZÁVĚR .....	86
<b>D.</b>	<b>SEZNAM OBRÁZKŮ, TABULEK A GRAFŮ.....</b>	<b>90</b>
	<b>PŘÍLOHY .....</b>	<b>92</b>

## A. SEMINÁRNÍ PRÁCE - VYUŽITÍ SOLÁRNÍ ENERGIE

### *Něco málo z historie*

První přímé využití sluneční energie lze datovat někdy do doby 7. století př. n. l., kdy se začalo používat zvětšovací sklo k zapálení ohně. V roce 212 př. n. l. řecký učenec Archimédés údajně použil bronzová zrcadla k zapálení římské flotily. I když k této události neexistují důkazy, roku 1973 provedlo řecké námořnictvo úspěšný experiment a na 50 metrů takto zapálilo dřevěnou loď. První solární kolektor pro ohřev vody se datuje do roku 1767 a byl sestaven švýcarským vědcem Horacem de Saussure.



Obr. A-1: Archimedes údajně použil bronzová zrcadla k zapálení římské flotily [1]

V roce 1839 francouzský fyzik Alexandre Edmond Becquerel experimentoval s elektrolytickým článkem. Zjistil, že jeho výkon se zvýšil při osvětlení světlem. V roce 1873 anglický elektroinženýr Willoughby Smith popsal změny vodivosti selenu při osvětlení, což bylo základem pro sestavení prvního solárního článku v roce 1877. Prokázalo se tak, že světlo lze přeměnit v elektřinu. [1]

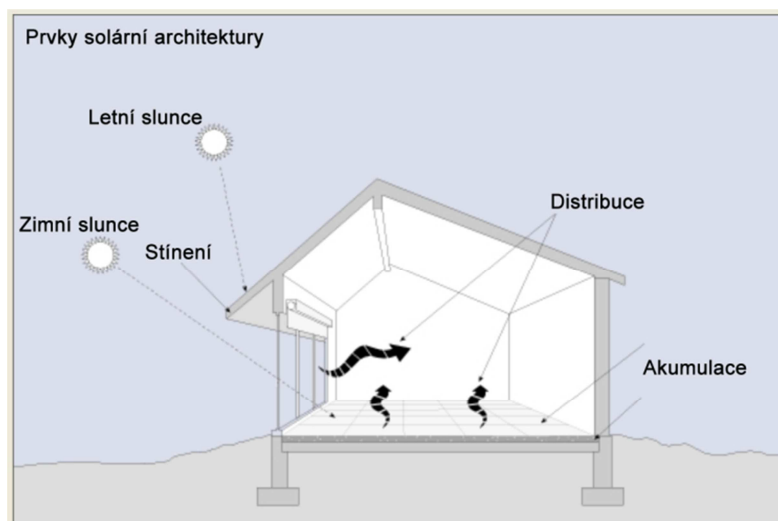
Využití sluneční energie není tedy žádnou žhavou novinkou. Vracíme se k již dávno známým principům, ale využíváme je dle dnešních možností materiálů a technologií.

## A.1 Pasivní využití

Jedná se o principy tzv. solární architektury, které vedou k úsporám energie. Mezi základní principy solární architektury patří především vhodná orientace prosklených ploch a tepelně akumulčních stěn, dosažení maximálního objemu stavby za minimálního povrchu obvodových (ochlazovaných) stěn a důkladná tepelná izolace. [15]

Orientace se hmotově i provozně otevírají k jihu. Větší plocha domu je na delší jižní fasádě, ke které jsou přiřazeny obytné místnosti. Při orientaci je nutné zohlednit místní podmínky, jako je svažitost terénu a jeho orientace. Nesmíme zapomenout na dostatečný odstup budovy od okolních stínících překážek, aby se nízké zimní slunce dostalo na jižní fasádu. Typickými znaky solárního domu jsou velké prosklení na delší jižní fasádě a malé okenní otvory na severní straně, poskytující jen nutné osvětlení vnitřních prostor. Okna orientovaná na západ a východ přinášejí v zimě málo energie a v létě způsobují přehřívání místností.

Při výstavbě se solární koncept zónování prostorů používá hlavně z důvodu orientace obytných místností na sluneční stranu, což má energetické i psychologicko-pohodové výhody. Obecně se místnosti v solárním domě orientují v závislosti na jejich náročnosti na teplo. Severní (nárazníková) zóna - leží v ní vedlejší prostory s menší frekvencí využívání, jako např. koupelna, WC, odkládací a technické prostory, garáže, chodby a schodiště, kde stačí i malá okna. Hlavní (obytná) zóna - tvoří ji často používané místnosti. Bývají umístěny na sluneční straně domu a jejich velkoplošná zasklení umožňují dostatečné prohřívání domu v chladném období roku Jižní (akumulační) zóna - vytváří ji zimní zahrada přičleněna k obytné (střední) zóně.



Obr. A-2 : Akumulace a distribuce v budově [16]

Akumulace tepla - tedy shromažďování energie vzniká při dopadání slunečních paprsků na ozářené těleso z masivního materiálu. Krátkovlnné záření ze slunce se tak mění na dlouhovlnné, které se po určitém časovém posunu vyzařováním opět odevzdává do okolí. Akumulační hmoty se využívají

především pro tepelný příspěvek v době jeho deficitu, tedy zejména v noci, během zimního a přechodného období. Vyvážený poměr tepelně-akumulačních schopností budovy a velmi dobrých tepelněizolačních parametrů obvodového pláště zároveň výrazně přispívá k vytvoření optimálního vnitřního klimatu. Akumulační schopnost budovy může zejména ve spojení s pasivním využitím sluneční energie snížit nároky na vytápění a chlazení. Vyvážený poměr tepelně-akumulačních hmot a velmi dobrých tepelněizolačních vlastností obvodového pláště zároveň výrazně přispívá k vytvoření optimálního vnitřního klimatu. Konstrukce stěny, podlahy a stropu by měly být vyhotoveny z materiálů s vysokou hustotou a specifickou tepelnou kapacitou jako beton, cihla, kámen a pod. aby mohly sloužit jako akumulační hmoty.

Typy akumulace podle způsobu uskladnění energie

- Primární akumulace - Sluneční záření dopadá přes okna nebo zimní zahrady na povrch stěn a podlah, ty se postupně ohřívají a následně tuto energii vyzařují do místnosti v podobě tepla. Primární akumulace je zhruba čtyřikrát účinnější než sekundární akumulace.
- Sekundární akumulace - Tato metoda je trochu náročnější a vyžaduje i jistou technologii. Nejčastěji se děje ohřívání média (voda nebo vzduch) ve slunečních kolektorech. Z nich se ohřáté médium odvádí do zásobníku, kde se získané teplo uskladní. Nahromaděná tepelná energie se v čase potřeby dopravuje na místo využití tj. do spotřebičů teplé vody nebo do topných těles.

## **A.1.1 Pasivní solární prvky:**

### **A.1.1.1 Okna**

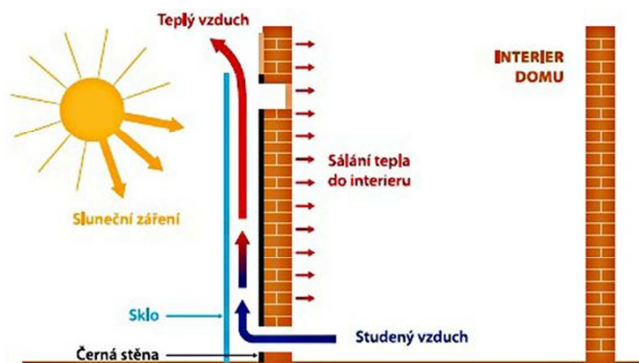
jsou nejdůležitějším prvkem pro ohřívání domu solární energií. Optimální velikost oken závisí na akumulačních schopnosti celého systému. Celková plocha oken by neměla přesáhnout 25% plochy vnějších stěn a zároveň by neměla překročit čtvrtinu příslušné podlahové plochy. Větší okna mají smysl pouze v kombinaci se zásobníky, které se tím nabíjejí přebytečným teplem. Zvláštní pozornost z tepelně-technického hlediska vyžadují okna osazená do střešní roviny (vikýře a střešní okna).

### **A.1.1.2 Zimní zahrady**

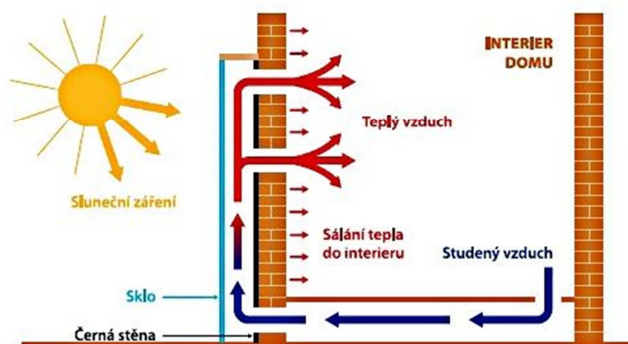
Přínos zimní zahrady k tepelným ziskům závisí na způsobu jejího budoucího provozu. V případě snahy o vytvoření celoročního příjemného klimatu je nutné ve skleníku vytápět resp. značnou část tepla odvětrat pryč, čímž se jeho energetická bilance stává více méně neutrální. Dobrý nevytápěný sluneční kolektor ve formě zimní zahrady je obyvatelný, ale během 40% denních hodin v roce. Zimní zahrada se umísťuje většinou na východní nebo západní stranu fasády, čímž jižní fasáda zůstane volná pro okna a zároveň místnosti na severu, východě a západě mohou být zásobovány teplým vzduchem ze zimní zahrady. [16]

### A.1.1.3 Trombého stěna

Princip využití energie spočívá v tom, že sluneční záření dopadá na tmavou zeď, zahřívá ji. Masivní materiál v sobě akumuluje teplo a ohřívá vzduch v mezeře, v zimním období pak po otevření horní i dolní klapky proudí do interiéru a ohřívá jej. Účinnost a možnosti regulace zvýší použití ventilátoru, který urychluje proudění ohřátého vzduchu. V létě by při takovém režimu docházelo k přehřívání interiéru, klapky se proto uzavírají a vzduchová mezera je naopak otevřena do exteriéru. Pro správnou funkci je důležité, aby vnější skleněná plocha byla dobře utěsněna a režim nebyl narušován větrem apod. [6]



Obr. A-3 : Trombeho stěna v létě [14]



Obr. A-4 : Trombeho stěna podzim až jaro [14]

### A.1.1.4 Jak zabránit přehřívání domu v letním období

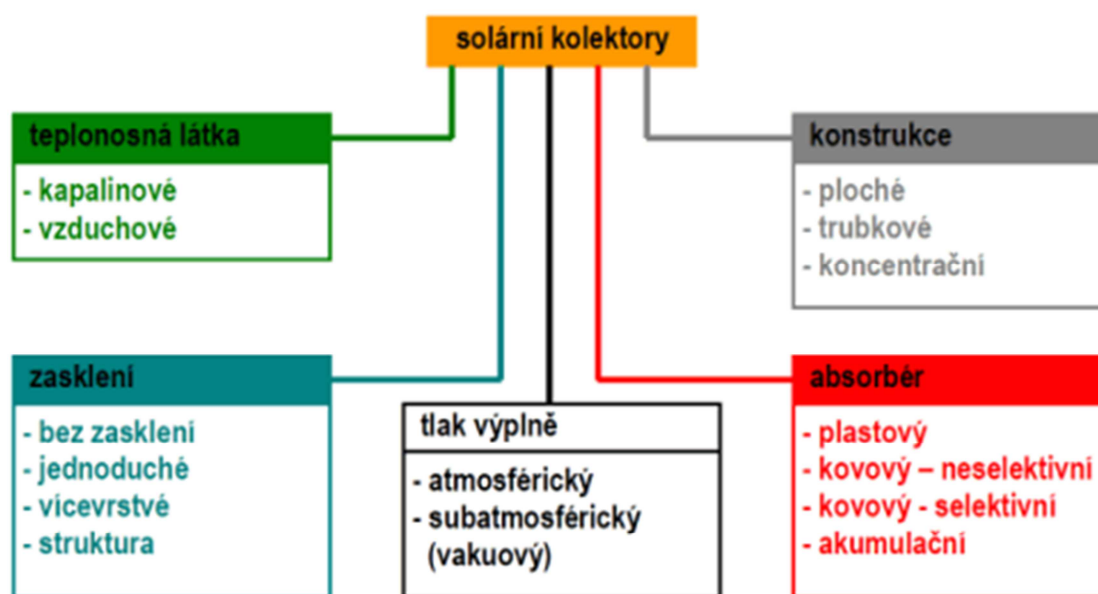
- Ochrana prosklených ploch před slunečním zářením - vnější žaluzie, okenice, rolety, dostatečný přesah střechy hlavně nad jižní fasádou, účinná tepelná izolace střešních rovin a přirozené stínidla budovy jako listnaté stromy nebo treláže s popínavým zeleným porostem
- Odvádění tepla naakumulovaného v konstrukcích - příčné přirozené nebo mechanické větrání místností zejména v noci
- Omezení produkce odpadního tepla - provozováním spotřebičů s co nejmenší produkcí tepla [16]

## A.2 Aktivní využití

Je počítáno na základě Solární konstanty - množství energie, dopadající za jednotku času na jednotkovou plochu mimo zemskou atmosféru. Její hodnota je 1360 W/m<sup>2</sup>. Je realizováno pomocí přídatných technických zařízení tzv. slunečních kolektorů.

### A.2.1 Termické kolektory

slouží především k ohřevu TUV, k předohřevu otopné vody a v době nadbytečných zisků v letních měsících je můžeme využít k ohřevu vody v bazénech.



Obr. A-5 : Rozdělení termických kolektorů [3]

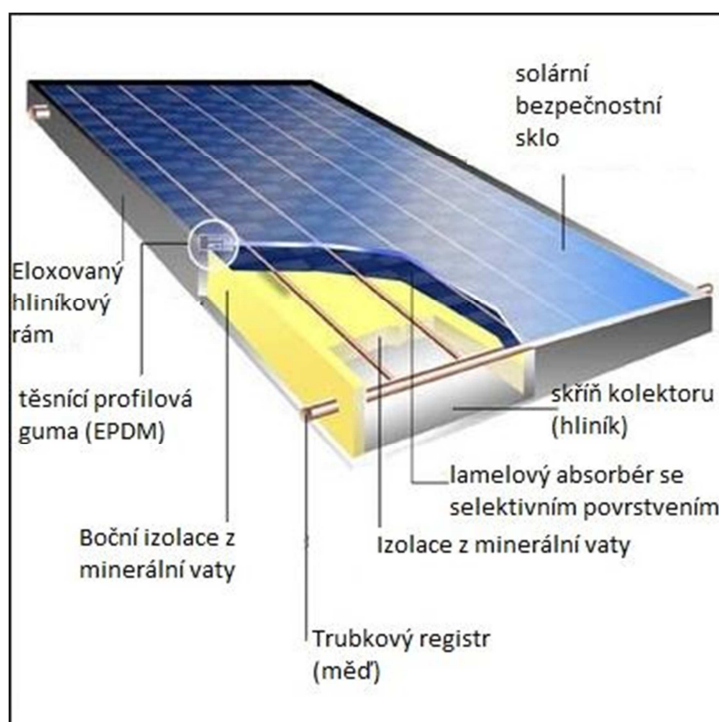
#### Základní rozdělení kapalinových solárních kolektorů

- Absorbéry bez transparentního krytu - zpravidla plastová rohož bez zasklení používaná pro sezónní ohřev bazénové vody o nízké teplotní úrovni



Obr. A-6 : Nekryté kolektory [3]

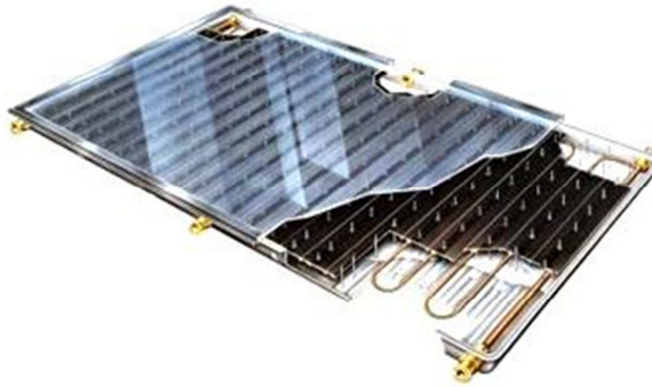
- Plochý neselektivní kolektor - zasklený deskový kolektor s kovovým absorbérem se spektrálně neselektivním povlakem (např. černým pohltivým nátěrem). Je používán pro sezónní přehřev vody při nízké teplotní úrovni
- Plochý selektivní kolektor - zasklený deskový kolektor s kovovým absorbérem se spektrálně selektivním povlakem a s tepelnou izolací na boční a zadní straně kolektorové skříň; vzhledem k výrazně sníženým tepelným ztrátám sáláním absorbéru se ploché selektivní kolektory využívají pro solární ohřev vody a vytápění celoročně a tvoří naprostou většinu zasklených kolektorů



Obr. A-7 : Plochý selektivní kolektor [17]

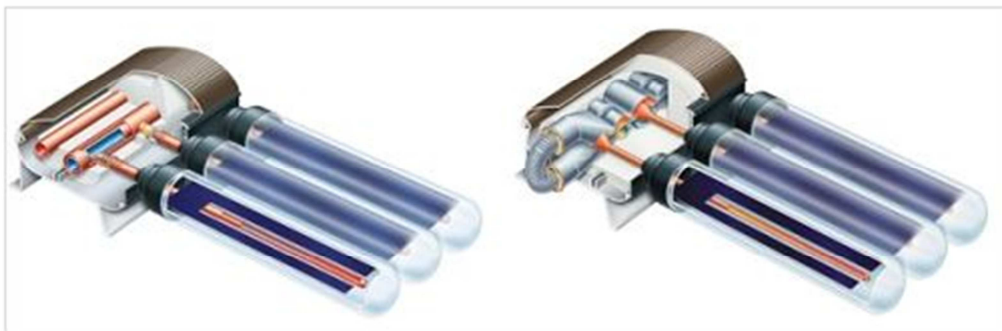
- Plochý vakuový kolektor - zasklený deskový kolektor v těsném provedení s kovovým absorbérem se spektrálně selektivním povlakem a tlakem uvnitř kolektoru nižším než atmosférický tlak v okolí kolektoru (absolutní tlak cca 1 až 10 kPa) pro zajištění nízké celkové tepelné ztráty; ploché vakuové kolektory jsou určeny pro celoroční solární ohřev vody a vytápění, případně průmyslové aplikace s provozními teplotami okolo 100 °C





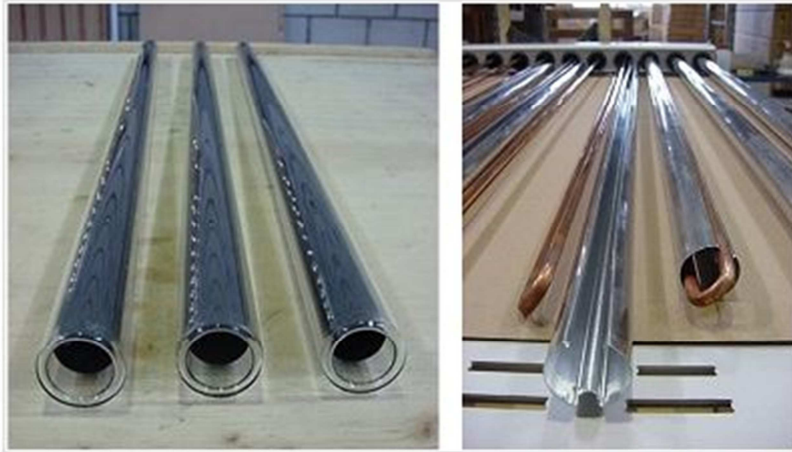
Obr. A-8 : Plochý vakuový kolektor. [17]

- Trubkový jednostěnný vakuový kolektor - kolektor s plochým spektrálně selektivním absorbérem umístěným ve vakuované skleněné trubce (absolutní tlak  $< 10^{-3}$  Pa); výrazné omezení tepelných ztrát (nízkoemisivní absorbér, vakuová izolace) a vysoký přenos tepla z absorbéro do teplonosné kapaliny svařovaným spojem poskytuje vysokou účinnost kolektoru v celém teplotním rozsahu, kolektor je použitelný pro většinu aplikací, avšak vzhledem k relativně vysoké ceně především pro kombinované soustavy pro vytápění či průmyslové vysokoteplotní aplikace (provozní teploty nad  $100\text{ }^{\circ}\text{C}$ )



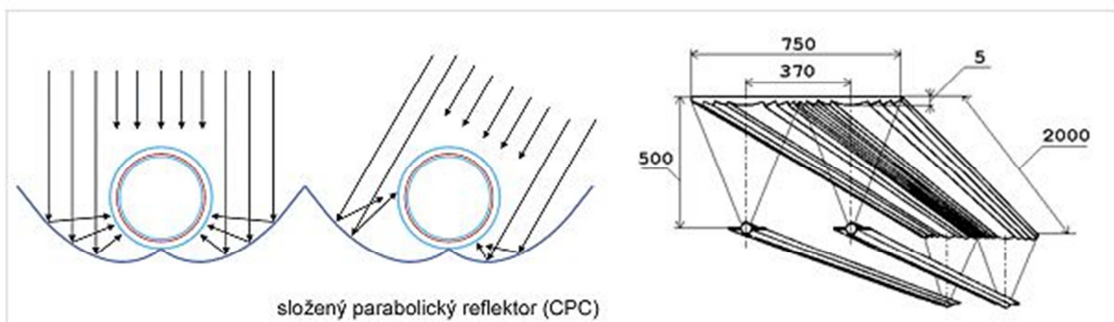
Obr. A-9 : Trubkový dvoustěnný vakuový kolektor [17]

- Trubkový dvoustěnný vakuový kolektor - kolektor s válcovým spektrálně selektivním absorbérem (absorpční skleněná trubka) umístěným ve vakuované skleněné trubce (absolutní tlak  $< 10^{-3}$  Pa); vzhledem k problematickému zajištění přenosu tepla z absorpční trubky do teplonosné kapaliny pomocí hliníkové teplosměnné lamely se Sydney kolektory vyznačují obecně nižší účinností při nízkých teplotách (např. oproti plochým kolektorům) a používají se především pro kombinované soustavy pro vytápění či průmyslové vysokoteplotní aplikace (provozní teploty nad  $100\text{ }^{\circ}\text{C}$ )



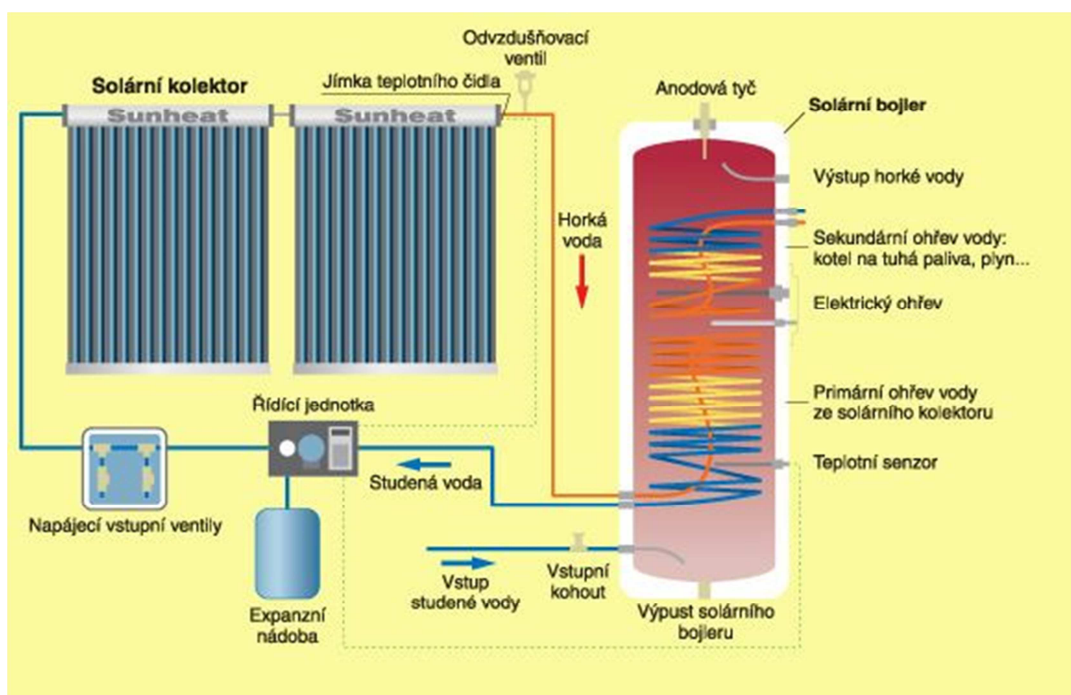
Obr. A-10 : Trubicový dvoustěnný vakuový kolektor, zdroj OPC [3]

- Koncentrační kolektor - obecně kolektor, ve kterém jsou použita zrcadla (reflektory), čočky (refraktory) nebo další optické prvky k usměrnění a soustředění přímého slunečního záření, procházejícího aperturou kolektoru, do ohniska (absorbéru) o výrazně menší ploše než je vlastní plocha apertury. Ploché kolektory vybavené vnějším zrcadlem nebo kolektory s vakuovanými Sydney trubkami opatřené reflektorem jsou rovněž považovány za soustředující kolektory. Pro účinné použití koncentračních kolektorů je základní podmínkou dostatek energie přímého slunečního záření během roku. [3]

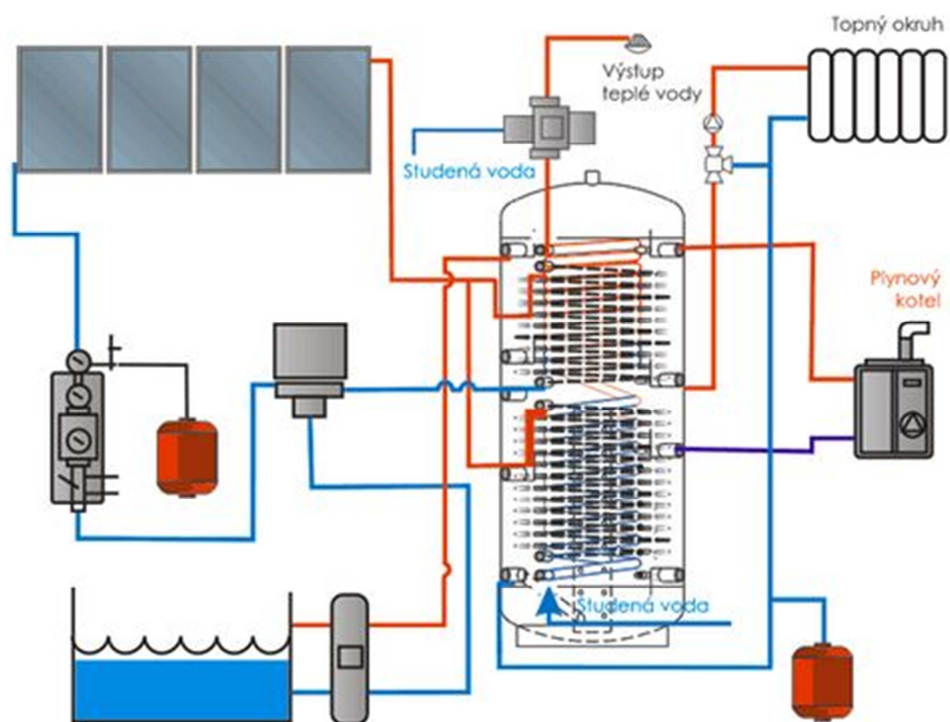


Obr. A-11 . Princip koncentračního kolektoru, vpravo pak Fresnellova linaární čočka [3]

*Ilustrační schémata zapojení solárních systémů:*



Obr. A-12 : Základní zapojení pro ohřev solárním systémem [20]



Obr. A-13 :Schéma zapojení solárního systému i s bazénem [17]

## **A.2.2 Fotovoltaické panely:**

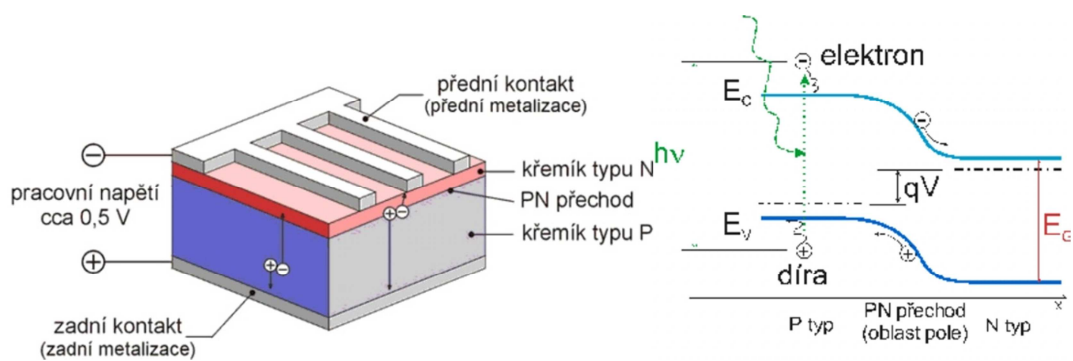
Větší rozvoj fotovoltaiky nastává v šedesátých letech s nástupem kosmického výzkumu, sluneční články slouží jako zdroj energie pro družice. Vůbec první družicí využívající k získání energie sluneční paprsky byl ruský Sputnik 3, vypuštěný 15. května 1957. Dalším důležitým mezníkem pro rozvoj fotovoltaiky a zejména výzkumu a vývoje v této oblasti byla celosvětová ropná krize v roce 1973.

### **A.2.2.1 Stručný generační vývoj**

- První generace - fotovoltaické články využívající jako základ křemíkové desky. Jsou dnes nejrozšířenější technologií na trhu (cca 90 %) a dosahují poměrně vysoké účinnosti přeměny (v sériové výrobě 16 až 19 %, speciální struktury až 24 %). Komerčně se začaly prodávat v sedmdesátých letech. Přestože je jejich výroba relativně drahá a to zejména z důvodu drahého vstupního materiálu – krystalického křemíku, budou ještě v několika dalších letech na trhu dominovat.
- Druhá generace - Impulsem pro rozvoj článků druhé generace byla především snaha o snížení výrobních nákladů úsporou drahého základního materiálu – křemíku. Články druhé generace se vyznačují 100 krát až 1000 krát tenčí aktivní absorbující polovodičovou vrstvou (thin-film) a jejichmi představiteli jsou např. články z amorfního a mikrokrytalického křemíku (případně silicon-germania, či silicon-karbidu, ale také tzv. směsné polovodiče z materiálů jako Cu, In, Ga, S, Se, označované obecně jako CIS struktury). S úsporou materiálu došlo v porovnání s články první generace k poklesu výrobních nákladů (a tedy za předpokladu velkosériové výroby i k poklesu ceny), nicméně dosahovaná účinnost je obvykle nižší (v sériové výrobě obecně pod 10%). Nespornou výhodou tenkovrstvých článků je možnost volby substrátu (na něž se tenkovrstvé struktury deponují) a v případě použití flexibilních materiálů (organické, kovové či textilní folie) i značně širší aplikační sféra. Komerčně se začaly články druhé generace prodávat v polovině osmdesátých let
- Třetí generace - Pokus o „fotovoltaickou revoluci“ představují solární články třetí generace. Zde je hlavním cílem nejen snaha o maximalizaci počtu absorbovaných fotonů a následně generovaných párů elektron - díra („proudový“ zisk), ale i maximalizace využití energie dopadajících fotonů („napěťový“ zisk fotovoltaických článků).

### **A.2.2.2 Princip a konstrukce solárního článku**

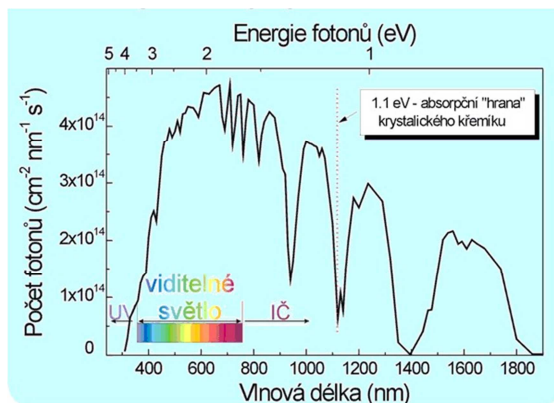
Fotovoltaika využívá přímé přeměny světelné energie na elektrickou energii v polovodičovém prvku označovaném jako fotovoltaický nebo také solární článek. Solární článek je velkoplošná dioda alespoň s jedním PN přechodem. V ozářeném solárním článku jsou generovány elektricky nabitě částice (páry elektron – díra). Elektrony a díry jsou separovány vnitřním elektrickým polem PN přechodu. Rozdělení náboje má za následek napěťový rozdíl mezi „předním“ (-) a „zadním“ (+) kontaktem solárního článku. Vnější obvodem zapojeným mezi oba kontakty potom protéká stejnosměrný elektrický proud, jež je přímo úměrný ploše solárního článku a intenzitě dopadajícího slunečního záření. [22]



Obr. A-14 : Vznik napětí na solárním článku. [22]

Napětí jednoho článku s hodnotou přibližně 0,5 V je příliš nízké pro další běžné využití. Sériovým propojením více článků získáme napětí, které je již použitelné v různých typech fotovoltaických systémů. Standardně jsou používány sestavy pro jmenovité provozní napětí 12 nebo 24 V. Takto vytvořené sestavy článků v sériovém nebo i sériovo-paraletním řazení jsou hermeticky uzavřeny ve struktuře krycích materiálů výsledného solárního panelu.

Sluneční záření dopadající na povrch Země (po průchodu atmosférou) se skládá z fotonů různých vlnových délek a tedy i různých energií. Z celého slunečního spektra je lidským okem viditelná pouze jeho část v oblasti 380 až 780 nanometrů. Oblast s kratší vlnovou délkou (větší energií) se nazývá ultrafialová (UV) a oblasti s delší vlnovou délkou se říká infračervená (IČ).



Obr. A-15 : Světelné spektrum a energie fotonů [22]

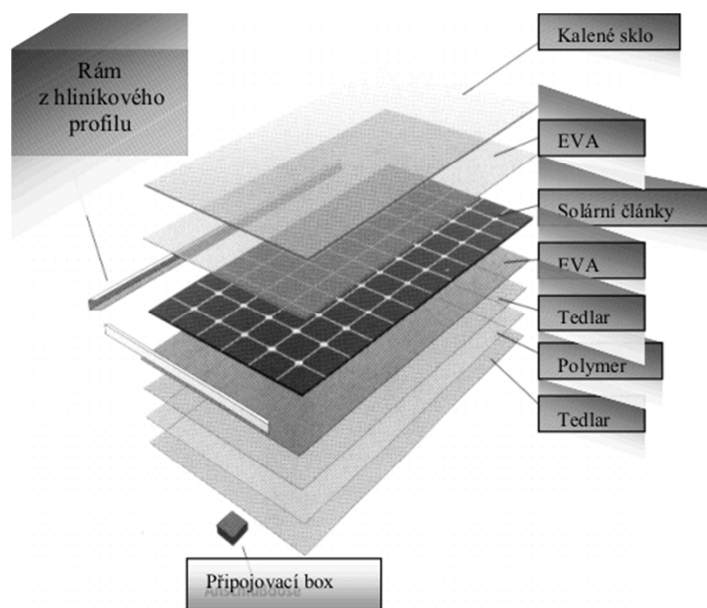
Základním požadavkem na sluneční články je schopnost pohlcovat co nejširší oblast slunečního spektra a co nejlépe využít energii fotonů.

Dopadá-li na křemík foton o energii menší než 1,1 eV (elektronvoltů), projde křemíkem a není absorbován. Když je jeho energie větší než 1,1 eV (tato energie odpovídá šířce tzv. zakázaného pásu  $E_g = E_c - E_v$  a tedy „absorpční hraně“ křemíku), pak je tento foton absorbován a v polovodiči vzniknou volné nosiče náboje - záporný elektron a kladná díra. [22]



Obr. A-16 : Solární panel z křemíkových článků [22]

Sériovým nebo i paralelním elektrickým propojením solárních článků vzniká po jejich zapouzdření fotovoltaický panel. Panel musí zajistit hermetické zapouzdření solárních článků, musí zajišťovat dostatečnou mechanickou a klimatickou odolnost (např. vůči silnému větru, krupobití, mrazu apod.). Konstrukce solárních panelů jsou značně rozmanité podle druhu použití. Obvykle jsou po obvodu FV panely opatřeny duralovými rámy pro zpevnění celé konstrukce fotovoltaického panelu a zároveň k usnadnění realizace uchycení panelů ke konstrukci FV systému. Přední krycí materiál je speciální kalené sklo, které odolává i silnému krupobití.



Obr. A-17 : Souvrství křemíkového článku [22]

Z aplikačního hlediska jsou pro nás nejdůležitější části konstrukce nacházející se nad povrchem přední strany FV článků, tedy EVA folie (ethylen vinyl acetát) a kalené sklo (popř. teflon, litá pryskyřice). EVA folie je organickým materiálem, který může vykazovat při silném ozáření UV světlem efekt „žloutnutí“ a tedy snížení optické transparentnosti s nepříznivým vlivem na množství generovaného elektrické výkonu slunečními články. Krycí kalené sklo je z hlediska degradace optických vlastností velmi stabilním materiálem a ke snížení optické propustnosti může dojít jedině znečištěním povrchu vlivem okolního prostředí. Struktura panelů tenkovrstvých solárních článků je poněkud odlišná od konstrukce modulů z krystalických křemíkových článků. Je to dáno zejména zcela odlišnou technologií výroby, kdy celá aktivní struktura je deponována plazmaticky v jednotlivých krocích na skleněný velkoplošný substrát. [22]

### A.2.2.3 Fotovoltaické systémy

Podle účelu použití lze fotovoltaické systémy rozdělit do 3 skupin (viz níže). Nejvýznamnější skupinou jsou jednoznačně síťové systémy, které například v Německu tvoří více než 90 % veškerých instalací.

**1. Drobné aplikace** tvoří nejmenší, avšak nezanedbatelný podíl na FV trhu. Každý jistě zná FV články v kalkulačkách nebo také solární nabíječky akumulátorů. Trh drobných aplikací nabývá na významu, protože se množí poptávka po nabíjecích zařízeních pro okamžité dobíjení akumulátorů (mobilní telefony, notebooky, fotoaparáty, MP3 přehrávače apod.) na dovolených, v kempch popř. ve volné přírodě. [23]



Obr. A-18 : Ilustrační příklad využití fotovoltaického článku [22]

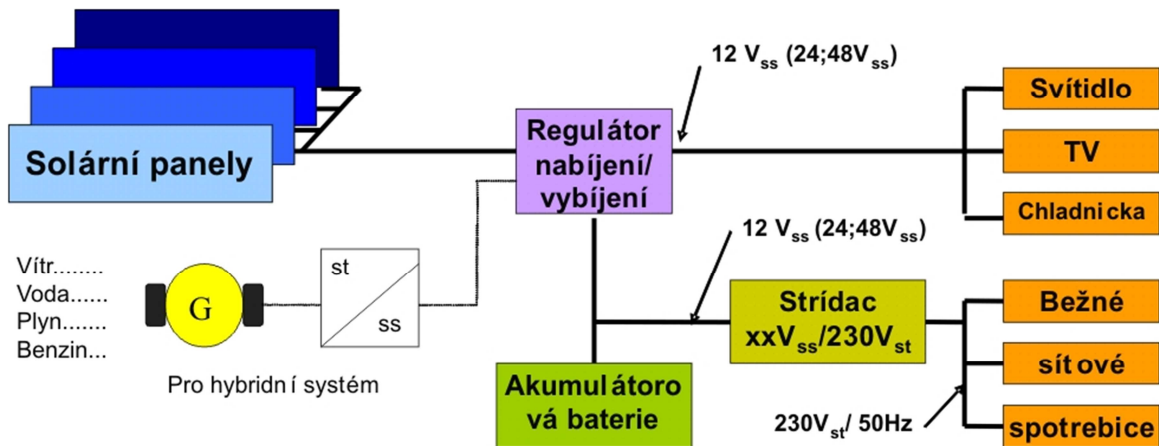
**2. Ostrovní systémy (off-grid)** se používají všude tam, kde není k dispozici rozvodná síť a kde je potřeba střídavého napětí 230 V. Obvykle jsou ostrovní systémy instalovány na místech, kde není účelné anebo není možné vybudovat elektrickou přípojku. Důvody jsou zejména ekonomické, tzn. náklady na vybudování přípojky jsou srovnatelné (nebo vyšší) s náklady na fotovoltaický systém (vzdálenost k rozvodné síti je více než 500–1000 m). Jedná se zejména o odlehle objekty, jakými jsou např. chaty, karavany, jachty, napájení dopravní signalizace a telekomunikačních zařízení, zahradní svítidla, světelné reklamy apod. Off-grid systémy se dále dělí na systémy s přímým napájením, hybridní systémy a systémy s akumulací elektrické energie. U systémů s přímým napájením se jedná o prosté propojení solárního panelu a spotřebiče, kdy spotřebič funguje pouze v době dostatečné intenzity slunečního záření (nabíjení akumulátorů malých přístrojů, čerpání vody pro závlahu, napájení ventilátorů k odvětrání uzavřených prostor atd.).

**Hybridní ostrovní systémy** se používají tam, kde je nutný celoroční provoz se značným vytížením. V zimních měsících je možné získat z fotovoltaického zdroje podstatně méně elektrické energie než v letních měsících. Proto je nutné tyto systémy navrhovat i na zimní provoz, což má za následek zvýšení instalovaného výkonu systému a podstatné zvýšení pořizovacích nákladů. Z těchto důvodů jsou fotovoltaické systémy doplňovány alternativním zdrojem energie, kterým může být např. větrná elektrárna, malá vodní elektrárna, elektrocentrála, kogenerační jednotka atd.

Typickými představiteli systémů nezávislých na síti jsou systémy s akumulací elektrické energie. Oproti síťové verzi (viz níže) vyžaduje tento systém navíc solární baterie, které uchovávají vyrobenou energii na dobu, kdy není dostatek slunečního svitu (v noci). Optimální dobíjení a vybíjení akumulátorové baterie je zajištěno elektronickým regulátorem. [23]

Ostrovní systém se poté skládá z:

- fotovoltaických panelů
- regulátoru dobíjení akumulátorů
- akumulátoru (v 95 % olověný)
- střídače = měniče (pro připojení běžných síťových spotřebičů 230V/~50Hz)
- popř. sledovače Slunce, indikačních a měřících přístrojů



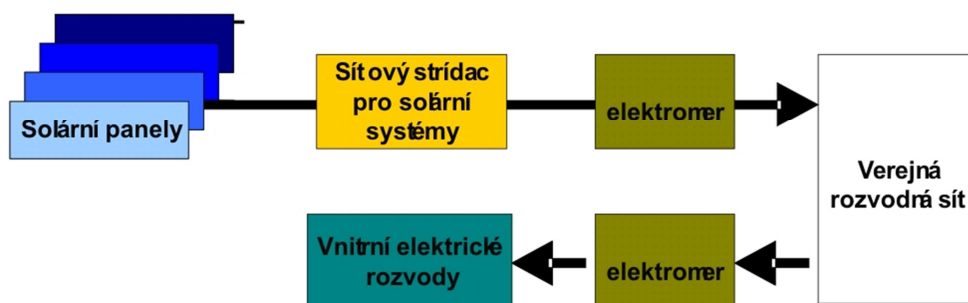
Obr. A-19 : Schéma hybridního ostrovního systému [22]

**3. Síťové systémy (on-grid)** jsou nejvíce uplatňovány v oblastech s hustou sítí elektrických rozvodů. V případě dostatečného slunečního svitu jsou spotřebiče v budově napájeni vlastní „solární“ elektrickou energií a případný přebytek je dodáván do veřejné rozvodné sítě. Při nedostatku vlastní energie je elektrická energie z rozvodné sítě odebírána. Systém funguje zcela automaticky díky mikroprocesorovému řízení síťového střídače. Připojení k síti podléhá schvalovacímu řízení u rozvodných závodů. Špičkový výkon fotovoltaických systémů připojených k rozvodné síti je v rozmezí jednotek kilowatt až jednotek megawatt. [23]

Základními prvky on-grid FV systémů jsou:

- fotovoltaické panely
- měnič napětí (střídač), který ze stejnosměrného napětí vyrábí střídavé (230V/~50Hz)
- kabeláž
- měření vyrobené elektrické energie (elektroměr)
- popř. sledovač Slunce, indikační a měřící přístrojů





Obr. A-20 : Schéma síťového systému [22]

#### 4. BIPV - Building Integrated Photovoltaics – fotovoltaika integrovaná do budov

Aplikace fotovoltaiky v obvodových pláštích budov (střechy, fasády) představuje významný fenomén, který přispívá k její atraktivitě a má příznivý dopad na snížení nákladů na instalaci FV systémů. V průběhu posledních pěti let bylo ve světě realizováno mnoho fasádních systémů a to hlavně v Japonsku, v zemích EU a ve Spojených Státech. Velmi široká škála pojetí fotovoltaických fasád má původ v kreativitě, která je vlastní architektonickému pohledu na životní prostředí člověka. Solární panel v mnoha různých podobách se stal přímo výzvou pro architekty a konstruktéry, což v mnohých případech vedlo ke zcela novým a velmi atraktivním řešením, nejen obvodových plášťů, ale i koncepcí budov. Obvodové pláště budov plní mnoho funkcí, které souhrnně zajišťují přijatelné životní podmínky pro uživatele objektu. V závislosti na vnějších podmínkách se zpravidla jedná o fyzické oddělení interiéru od exteriéru poskytující ochranu před vnějšími klimatickými podmínkami, zajištění tepelné pohody, fasády ochraňují vnitřní prostor před přesvětlením. Střechy a fasády budov však mohou plnit i aktivní funkci zdroje energie, a to jak tepelné, tak i elektrické. Pláště budov jsou vystavovány nemalým energetickým tokům v podobě slunečního záření. Využívání této energie pomocí zařízení umístěných na střechách a fasádách budov představuje významný přínos v úspoře primárních energií. Jsou-li standardní stavební prvky pro realizaci pláště budovy vybaveny solárními články, získává tak budova novou dimenzi. Část své běžné energetické spotřeby je schopná krýt z vlastní produkované energie.

Jako příklad fotovoltaiky integrované do budov uvádíme střešní integrovaný fotovoltaický systém pro ploché střechy („fotovoltaická fólie“). [22]



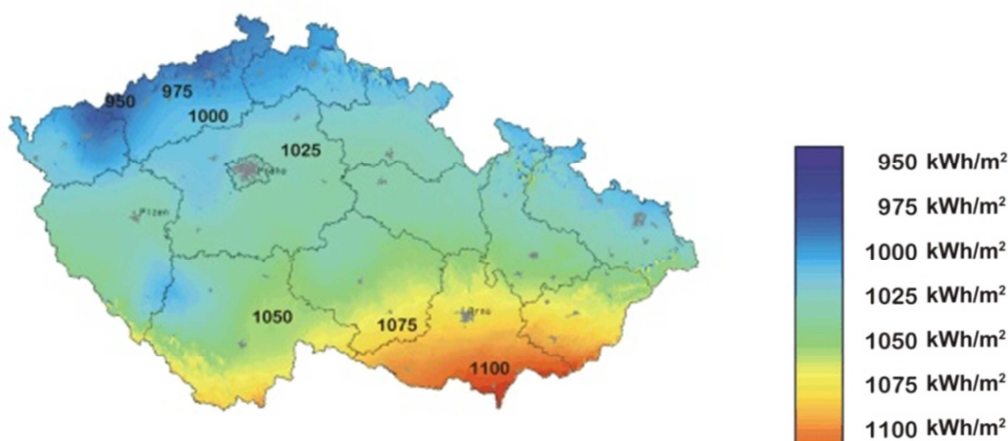
Obr. A-21 : Instalace fotovoltaické fólie [22]

#### A.2.2.4 Fotovoltaika v ČR

Dostupnost solární energie v České republice je samozřejmě ovlivněna mnoha faktory. Patří mezi ně především zeměpisná šířka, roční doba, oblačnost a lokální podmínky, sklon plochy na níž sluneční záření dopadá a další. Zajímavým faktem nicméně zůstává, že se údaje o slunečním záření v ČR z jednotlivých zdrojů v mnohém liší. Shrňeme-li dosud publikované informace, dojdeme k následujícím výsledkům:

- v České republice dopadne na 1m<sup>2</sup> vodorovné plochy zhruba 950 – 1340 kWh energie
- roční množství slunečních hodin se pohybuje v rozmezí 1331 – 1844 hod (ČHMÚ), odborná literatura uvádí jako průměrné rozmezí 1600 – 2100 hod

Z hlediska praktického využití pak platí, že z jedné instalované kilowaty běžného systému (FV články z monokrystalického, popř. multikrystalického křemíku, běžná účinnost střídačů apod.) lze za rok získat v průměru 800 – 1100 kWh elektrické energie. [24]



Obr. A-22 : Sluneční záření v ČR – kWh/m<sup>2</sup> [24]

## B. VÝPOČTOVÁ ČÁST

### *Úvod*

Jako objekt jsem si vybrala rodinný dům cca 20 let starý. Zaujalo mne téma řešení stávajícího objektu bez náročné přestavby, prakticky tak aby jeho obyvatelé nebyli dlouhodobě omezeni rekonstrukcí, ale bylo při tom dosaženo modernizace topného systému k větší tepelné a psychické pohodě a také za účelem snížení nákladů na přípravu teplé a topné vody. Základní body, kterými jsem se zabývala:

- popis stávajících stavebních konstrukcí
- návrh koncepce celého systému
- návrh otopné soustavy
- návrh využití solárního ohřevu vody



Obr. B-1 : Pohled severo-západ

### **B.1 Analýza objektu**

Jde o samostatně stojící rodinný dům o dvou nadzemních podlažích a suterénu. Suterén je nevytápěný, částečně pod terénem. Nachází se zde technické zázemí. V 1NP jsou obytné prostory a místnost s plynovým kotlem. 2 NP je částečně obytné podkroví sloužící jako klidová část s ložnicemi, koupelnou a WC.

Dům prošel v roce 2012 rekonstrukcí obálky budovy, proto jsou ve výpočtu použity aktuální součinitele prostupu konstrukcí.

## B.1.1 Materiály, skladby konstrukcí a výplně otvorů

### B.1.1.1 Součinitele prostupu tepla konstrukcí U [W/m<sup>2</sup>K]

<b>Konstrukce A</b>	<b>d</b>	<b>ρ</b>	<b>λ</b>	<b>c</b>	<b>R</b>	
Obvodový plášť	m	kg*m <sup>-3</sup>	W*m <sup>-1</sup> *K <sup>-1</sup>	J*kg <sup>-1</sup> *K <sup>-1</sup>	m <sup>2</sup> *K*W <sup>-1</sup>	
Omítka	0,02	1600	0,99	840	0,020	<b>R<sub>si</sub> = 0,13</b>
Zdivo cihelné	0,45	1000	0,44	960	1,023	
EPS Isover	0,1	13	0,039	1550	2,564	<b>R<sub>T</sub> = 3,79</b>
Omítka	0,01	1600	0,99	840	0,010	
<b>Σ=</b>	<b>0,58</b>	<b>861</b>	<b>2,098</b>	<b>1056</b>	<b>3,62</b>	<b>U = 0,26</b>

<b>Konstrukce B</b>	<b>d</b>	<b>ρ</b>	<b>λ</b>	<b>c</b>	<b>R</b>	
Podlana nad sut.	m	kg*m <sup>-3</sup>	W*m <sup>-1</sup> *K <sup>-1</sup>	J*kg <sup>-1</sup> *K <sup>-1</sup>	m <sup>2</sup> *K*W <sup>-1</sup>	
Dlaždice	0,01	2000	0,99	930	1,010	<b>R<sub>si</sub> = 0,17</b>
Cementový potěr	0,01	2000	0,88	840	0,011	
Perlitbeton	0,05	500	0,14	1150	0,357	<b>R<sub>T</sub> = 1,88</b>
Hurdisky	0,16	710	0,6	1000	0,267	
Omítka	0,02	1600	0,99	840	0,020	
<b>Σ=</b>	<b>0,25</b>	<b>842</b>	<b>0,416</b>	<b>1008</b>	<b>1,67</b>	<b>U = 0,53</b>

<b>Konstrukce C</b>	<b>d</b>	<b>ρ</b>	<b>λ</b>	<b>c</b>	<b>R</b>	
Strop mezi podlažími	m	kg*m <sup>-3</sup>	W*m <sup>-1</sup> *K <sup>-1</sup>	J*kg <sup>-1</sup> *K <sup>-1</sup>	m <sup>2</sup> *K*W <sup>-1</sup>	
Dlaždice	0,02	2000	0,99	930	1,010	<b>R<sub>si</sub> = 0,17</b>
Škvárobeton	0,05	1500	0,74	830	0,068	
EPS	0,05	13	0,039	1550	1,282	<b>R<sub>T</sub> = 2,99</b>
Hurdisky	0,16	710	0,6	0	0,267	
Omítka	0,02	1600	0,99	840	0,020	
<b>Σ=</b>	<b>0,3</b>	<b>871</b>	<b>0,794</b>	<b>515</b>	<b>2,65</b>	<b>U = 0,33</b>

<b>Konstrukce D</b>	<b>d</b>	<b><math>\rho</math></b>	<b><math>\lambda</math></b>	<b>c</b>	<b>R</b>	
Strop nad 2N.P.	m	kg*m <sup>-3</sup>	W*m <sup>-1</sup> *K <sup>-1</sup>	J*kg <sup>-1</sup> *K <sup>-1</sup>	m <sup>2</sup> *K*W <sup>-1</sup>	
OSB deky	0,02	230	0,05	1380	1,010	<b>R<sub>si</sub> = 0,17</b>
Min. vlna	0,24	15	0,056	940	4,286	<b>R<sub>se</sub> = 0,04</b>
Bednění	0,05	400	0,18	2510	0,278	<b>R<sub>T</sub> = 5,97</b>
Smrková prkna	0,03	400	0,18	2510	0,167	
Omítka	0,02	1600	0,99	840	0,020	
<b>Σ=</b>	<b>0,36</b>	<b>201</b>	<b>2,074</b>	<b>1308</b>	<b>5,76</b>	<b>U= 0,17</b>

<b>Konstrukce E</b>	<b>d</b>	<b><math>\rho</math></b>	<b><math>\lambda</math></b>	<b>c</b>	<b>R</b>	
Vnitřní stěna 150	m	kg*m <sup>-3</sup>	W*m <sup>-1</sup> *K <sup>-1</sup>	J*kg <sup>-1</sup> *K <sup>-1</sup>	m <sup>2</sup> *K*W <sup>-1</sup>	
Omítka	0,015	1600	0,99	840	0,015	<b>R<sub>si</sub> = 0,13</b>
Cihla vápenopísková	0,15	2000	1,05	1000	0,143	<b>R<sub>se</sub> = 0,13</b>
Omítka	0,015	1600	0,99	840	0,015	<b>R<sub>T</sub> = 0,43</b>
<b>Σ=</b>	<b>0,18</b>	<b>1933</b>	<b>0,031</b>	<b>973</b>	<b>0,17</b>	<b>U= 2,31</b>

<b>Konstrukce F</b>	<b>d</b>	<b><math>\rho</math></b>	<b><math>\lambda</math></b>	<b>c</b>	<b>R</b>	
Vnitřní stěna 200	m	kg*m <sup>-3</sup>	W*m <sup>-1</sup> *K <sup>-1</sup>	J*kg <sup>-1</sup> *K <sup>-1</sup>	m <sup>2</sup> *K*W <sup>-1</sup>	
Omítka	0,015	1600	0,99	840	0,015	<b>R<sub>si</sub> = 0,13</b>
Cihla vápenopísková	0,2	2000	1,05	1000	0,190	<b>R<sub>se</sub> = 0,13</b>
Omítka	0,015	1600	0,99	840	0,015	<b>R<sub>T</sub> = 0,48</b>
<b>Σ=</b>	<b>0,23</b>	<b>1948</b>	<b>0,051</b>	<b>979</b>	<b>0,22</b>	<b>U= 2,08</b>

<b>Konstrukce G</b>	<b>d</b>	<b><math>\rho</math></b>	<b><math>\lambda</math></b>	<b>c</b>	<b>R</b>	
Vnitřní stěna 300	m	kg*m <sup>-3</sup>	W*m <sup>-1</sup> *K <sup>-1</sup>	J*kg <sup>-1</sup> *K <sup>-1</sup>	m <sup>2</sup> *K*W <sup>-1</sup>	
Omítka	0,015	1600	0,99	840	0,015	<b>R<sub>si</sub> = 0,13</b>
Cihla vápenopísková	0,3	2000	1,05	1000	0,286	<b>R<sub>se</sub> = 0,13</b>
Omítka	0,015	1600	0,99	840	0,015	<b>R<sub>T</sub> = 0,58</b>
<b>Σ=</b>	<b>0,33</b>	<b>1964</b>	<b>0,104</b>	<b>985</b>	<b>0,32</b>	<b>U= 1,74</b>

## Sřešní konstrukce H

Skladba:	d m	$\lambda$ $W \cdot m^{-1} \cdot K^{-1}$	
a. Sádrokarton	0,012	0,58	Výška skladby 0,202 m
b. Izolace	0,03	0,045	Šířka krokve 0,12 m
c. Krokve	0,16	0,18	Šířka EPS pole 1 m
d. EPS	0,16	0,04	

## Vodorovný tok

### A) Skladba : 1, 2, 4

Skladba:	d m	$\lambda$ $W \cdot m^{-1} \cdot K^{-1}$	R $m^2 \cdot K \cdot W^{-1}$		
a. Sádrokarton	0,012	0,58	0,021	$R_{si} = 0,25$	A = 0,202 m <sup>2</sup>
b. Izolace	0,03	0,045	0,667	$R_{se} = 0,04$	Aa = 0,012 m <sup>2</sup>
d. EPS	0,152	0,04	3,800	$R_T = 4,777$	Ab = 0,03 m <sup>2</sup>
		$\Sigma R =$	4,487		Ad = 0,152 m <sup>2</sup>
				<b>U = 0,209</b>	

$f_a =$	0,059	m <sup>2</sup>
$f_b =$	0,149	m <sup>2</sup>
$f_d =$	0,752	m <sup>2</sup>

$1/R' =$	<b>3,292</b>
----------	--------------

### B) Skladba : 1, 2, 3

Skladba:	d m	$\lambda$ $W \cdot m^{-1} \cdot K^{-1}$	R $m^2 \cdot K \cdot W^{-1}$		
a. Sádrokarton	0,012	0,58	0,021	$R_{si} = 0,25$	A = 0,0242 m <sup>2</sup>
b. Izolace	0,03	0,045	0,667	$R_{se} = 0,04$	Aa = 0,0014 m <sup>2</sup>
c. Krokve	0,152	0,18	0,844	$R_T = 1,822$	Ab = 0,0036 m <sup>2</sup>
		$\Sigma R =$	1,532		Ac = 0,0182 m <sup>2</sup>
				<b>U = 0,549</b>	

$f_a = 0,059 \text{ m}^2$
$f_b = 0,149 \text{ m}^2$
$f_c = 0,752 \text{ m}^2$

$1/R' = 0,251$
$R' = 3,985$

### Kolmý tok

Skladba:	d m	$\lambda$ $\text{W}\cdot\text{m}^{-1}\cdot\text{K}^{-1}$	
a. Sádrokarton	0,012	0,58	Výška skladby 0,202 m
b. Izolace	0,03	0,045	Šířka krokve 0,12 m
c. Krokve	0,16	0,18	Šířka EPS pole 1 m
d. EPS	0,16	0,04	Celková šířka 1,12 m

#### A) Nesourodá skladba

A = 0,179 $\text{m}^2$		
EPS Aa = 0,160 $\text{m}^2$	$f_a = 0,893 \text{ m}^2$	<b>Ra = 25,00</b>
Krokve Ab = 0,019 $\text{m}^2$	$f_b = 0,107 \text{ m}^2$	<b>Rb = 0,67</b>

$1/R_1 = 5,091$
-----------------

#### B) Izolace

$f_a = 1,000$
$1/R_2 = 0,040$

#### C) Sádrokarton

$f_a = 1,000$
$1/R_3 = 1,931$

$1/R'' = 0,142$
$R'' = 7,062 \text{ m}^2\cdot\text{K}\cdot\text{W}^{-1}$

#### Podmínka

#### použitelnosti:

$$R'/R'' = 0,564$$

požadováno do 1,25

### Foginův vzorec:

<b>R=</b>	6,036	$\text{m}^2 \cdot \text{K} \cdot \text{W}^{-1}$
<b>U=</b>	0,16	$\text{W} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{K}^{-1}$

#### **B.1.1.2 Výplně otvorů**

Okna plastová, izolační trojsklo  $U= 0,8$  [ $\text{W}/\text{m}^2\text{K}$ ]

Dveře plastové, izolační trojsklo  $U=1,2$  [ $\text{W}/\text{m}^2\text{K}$ ]

Zdroj: Ing. Čech M., Technická zpráva, projektová dokumentace v programu Zelená úsporám, 8/2011



## B.1.2 Tepelný štítek obálky budovy

### Protokol k energetickému štítku budovy

#### Identifikační údaje

Druh stavby	Rodinný dům
Adresa	Blatnice pod Sv. Antonínkem 852
Katastrální území a katastrální číslo	Blatnice pod Sv. Ant.
Provozovatel	
Vlastník / stavebník	Pavel Pijáček
Adresa	
Telefon / e-mail	

#### Charakteristika budovy

Objem budovy V-vnější objem vytápěné zóny budovy - nezahrnuje lodžije, římsy, atiky a základy	230,35 m <sup>3</sup>
Celková plocha A-součet vnějších ploch ochlazovaných konstrukcí	478,57 m <sup>2</sup>
Objemový faktor tvaru budovy A/V	2,078 /m
Převažující vnitřní teplota v otopném období $\theta_{in}$	20 °C
Vnější návrhová teplota v zimním období $\theta_e$	-12 °C

#### Charakteristika energeticky významných údajů ochlazovaných konstrukcí

Ochlazovaná kce	Plocha $A_i$ (m <sup>2</sup> )	Součinitel prostupu tepla zadané kce $U_i$ (W/m <sup>2</sup> K)	Požadovaný souč. prostupu tepla $U_N$ (W/m <sup>2</sup> K)	Činitel teplotní redukce $b_i$	Měrná ztráta prostupem tepla zadané kce $H_{e=}$ $A_i \cdot U_i \cdot b_i$ (W/K)	Požadovaná měrná ztráta prostupem tepla $H_{e=}$ $A_i \cdot U_i \cdot b_i$ (W/K)
Obvod. stěna A	189,52	0,26	0,3	1	49,28	56,86
Okno	24,39	0,8	1,5	1	19,51	36,59
Okno - střešní	15,68	1,1	1,5	1	17,25	23,52
Dveře vstupní 1	2	1,2	1,7	1	2,40	3,40
Střecha	58,2	0,16	0,24	1	9,31	13,97
Stropní kce	70,68	0,17	1,7	1	12,02	120,16
Podlaha nad suterénem	118,1	0,53	0,6	1	62,59	70,86
Tepelné vazby mezi konstrukcemi		$\Delta U_{tbm}$ 0,05	$\Delta U_{tbm}$ 0,05			
	( $\Sigma A_i$ )	$H_{T\psi\chi}$ 23,93	$H_{T\psi\chi}$ 23,93			
<b>Celkem</b>	478,57	23,93	23,93		<b>172,356</b>	<b>325,345</b>

Konstrukce splňují požadavky na součinitele prostupu tepla podle ČSN 73 0540-2

#### Stanovení prostupu tepla obálkou

Měrná ztráta prostupem tepla $H_T$	W/K	196,284	349,274
Průměrný součinitel prostupu tepla $U_{em}=H_T/A$	W/m <sup>2</sup> K	0,410	0,730
Požadovaný součinitel prostupu tepla $U_{em,rq}$	W/m <sup>2</sup> K	0,730	0,730

**Tepelná ztráta prostupem (kW)**

$\Phi_{T,i} = H_T \cdot (\theta_{int,i} - \theta_e)$
$\Phi_{T,i} = 5,52 \text{ kW}$

**Klasifikační třídy prostupu tepla obálkou hodnocené budovy**

Hranice klasifikačních tříd	Klasifikační ukazatel CI pro hranice klas. Tříd	$U_{em}(W/m^2K)$ pro hranice klasifikačních tříd	
		Obecně	Pro zadanou budovu
A-B	0,5	$0,5 \cdot U_{em,rq}$	0,365
B-C	0,6	$0,6 \cdot U_{em,rq}$	0,438
(C1-C2)	0,75	$0,75 \cdot U_{em,rq}$	0,547
C-D	1	$U_{em,rq}$	0,730
D-E	1,5	$1,5 \cdot (U_{em,rq} + U_{em,s})$	1,095
E-F	2	$U_{em,s} = U_{em,rq} + 0,6$	1,460
F-G	2,5	$1,5 \cdot U_{em,s}$	1,825

**Předběžné tepelné ztráty celkem:****5,52 kW**

Klasifikace: kategorie  
Datum vystavení energetického štítku : 14.5.2014  
Zpracovatel:  
Adresa: Blatnice pod Sv. Ant. 852  
IČO:

Zpracoval: Libuše Pijáčková Podpis:  
Tento protokol a energetický štítek odpovídá směrnici evropského parlamentu a rady č. 2002/91/ES a prEN 15217. Byl vypracován v souladu s ČSN 730540 podle projektové dokumentace stavby

## Energetický štítek budovy

**ENERGETICKÝ ŠTÍTEK OBÁLKY BUDOVY**

RD, BLATNICE POD SV. ANTONÍNEM		Hodnocení obálky budovy				
Celková podlahová plocha $A_{ce} = 260,67 \text{ m}^2$		stávající	doporučení			
CI	Velmi úsporná					
0,5	A					
0,75	B					
1,0	C					
1,5	D					
2,0	F					
2,5	G	Mimořádně ne hospodárná				
klasifikace		B				
Průměrný součinitel prostupu tepla obálky budovy $U_{ce}$ ve $\text{W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$	$U_{ce} = H_T/A$	0,41	-			
Požadovaná hodnota průměrného součinitele prostupu tepla obálky budovy podle ČSN 730540-2 $U_{ce,req}$ ve $\text{W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$		0,73	-			
Klasifikační ukazatele CI a jím odpovídající hodnoty $U_{ce}$						
CI	0,50	0,75	1,00	1,50	1,46	2,50
$U_{ce}$	0,365	0,0,547	0,73	0,095	1,061	1,825
Platnost štítku do 5/2024				Datum 14.5.2014		
Štítek vypracoval				Libuše Píjačková		

### B.1.3 Tepelné zisky

Provedla jsem výpočet tepelných ztrát a zisků v letním období ve třech místnostech, za účelem zjištění vnitřní maximální teploty a s tím související potřeby chlazení. Výpočet byl proveden v programu TERUNA.

#### B.1.3.1 Kuchyň+ Obývací pokoj 105+106

VÝPOČET TEPELNÉ ZÁTĚŽE

ZA NESTACIONÁRNÍCH PODMÍNEK

\*\*\*\*\* INFORMACE O PROJEKTU \*\*\*\*\*

\*\*\*\*\* ZADANÉ PRVKY DO VÝPOČTU \*\*\*\*\*

Venkovní stěna

+----S1 Obvodová, cihelné bloky + eps - tl. 550 (9m<sup>2</sup>, 0.55m, 2.098W/mK, 861kg/m<sup>3</sup>, 1065kJ/kgK)

Venkovní stěna

+----S2 Obvodová, cihelné bloky + eps - tl. 550 (7.675m<sup>2</sup>, 0.55m, 2.098W/mK, 861kg/m<sup>3</sup>, 1065kJ/kgK)

+----Okno kuchyně (4.5m<sup>2</sup>, 0.8W/m<sup>2</sup>K)

+----Dveře na terasu kuchyně (2m<sup>2</sup>, 0.8W/m<sup>2</sup>K)

+----Okno obývací (4.5m<sup>2</sup>, 0.8W/m<sup>2</sup>K)

Venkovní stěna

+----S3 Obvodová, cihelné bloky + eps - tl. 550 (12.75m<sup>2</sup>, 0.55m, 2.098W/mK, 861kg/m<sup>3</sup>, 1065kJ/kgK)

Asymetrická stěna

+----cihlna vnitřní 300 (22.625m<sup>2</sup>, 0.3m, 0.031W/mK, 1933kg/m<sup>3</sup>, 973kJ/kgK)

Asymetrická stěna

+----Podlaha nasuterénem (42.695m<sup>2</sup>, 0.25m, 0.416W/mK, 842kg/m<sup>3</sup>, 1008kJ/kgK)

Asymetrická stěna

+----Strop nad kuchyní (19.44m<sup>2</sup>, 0.3m, 0.794W/mK, 871kg/m<sup>3</sup>, 1008kJ/kgK)

Symetrická stěna

+----Strop nad obývacím (22.695m<sup>2</sup>, 0.25m, 0.794W/mK, 871kg/m<sup>3</sup>, 1008kJ/kgK)

Asymetrická stěna

+----Podlaha nasuterénem (42.695m<sup>2</sup>, 0.25m, 0.416W/mK, 842kg/m<sup>3</sup>, 1008kJ/kgK)

Další akumul. hmota

+----nábytek (20m<sup>2</sup>, 200kg, 800kJ/kgK)

\*\*\*\*\* VSTUPNÍ ÚDAJE \*\*\*\*\*

Výpočet proveden pro období od 21.7. do 21.7.

Časový krok: 300s

Objem místnosti : 105.33m<sup>3</sup>

Ve výpočtu bylo zavedeno:

Simulace oblačnosti: NE

Referenční rok:NE

Uvažován vliv sluneční radiace: ANO

Načtená klimatická data: NE

Osvětlení[1]: 6 - 7h, 75W

Osvětlení[2]: 19 - 23h, 75W

Větrání[1]: 6 - 7h, 20m<sup>3</sup>/h

Větrání[2]: 21 - 23h, 20m<sup>3</sup>/h

Ostatní tepelné zdroje[1]: 9 - 12h, 2000W

Odpar vody: NE

Biologická produkce[1]: 21 - 24h, 75kg, počet osob: 2

Biologická produkce[2]: 0 - 7h, 75kg, počet osob: 2

Biologická produkce[3]: 9 - 12h, 75kg, počet osob: 1

Sálavé plochy: NE

\*\*\*\*\* **VÝSLEDKY** \*\*\*\*\*

Maxima tepelné zátěže:

21.7. 9.08h: Citelné teplo Max= 7051.5W

21.7. 19h: Citelné teplo Min= 4468.74W

21.7. 9.08h: Vázané teplo=0W Merna Tz = 0W/K

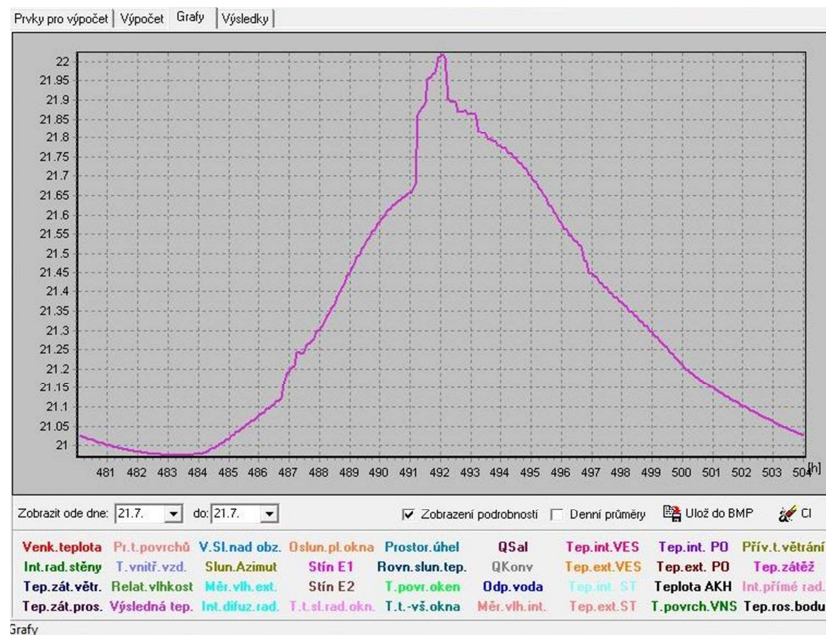
21.7. 9.08h: Potřeba chladu = 117.67kWh Potřeba tepla = 0kWh

Suma potřeby chladu = 117.67kWh

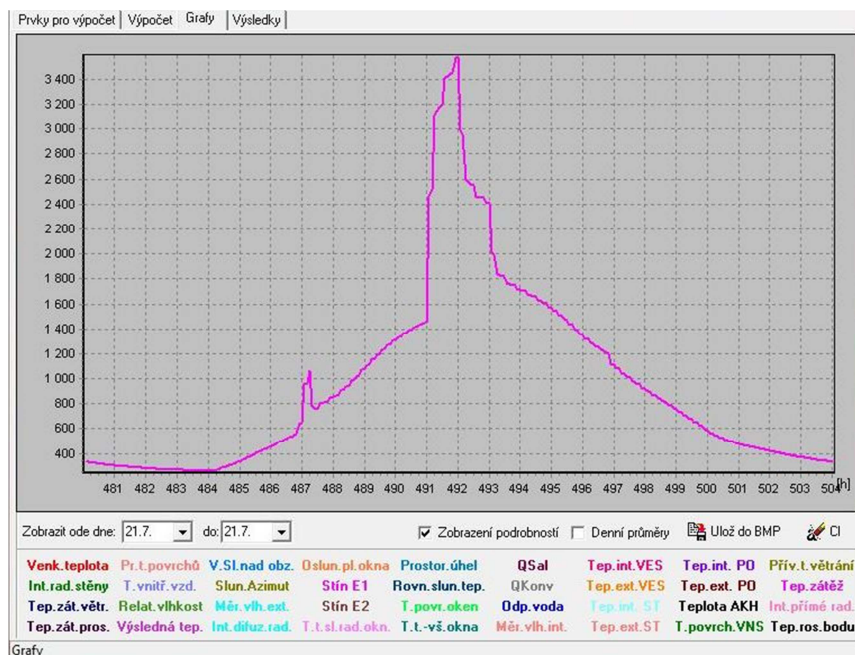
Suma potřeby tepla = 0kWh

www.volny.cz/virtualworld Vytvořeno programem TERUNA v1.0 Beta

**Výsledná teplota nepřekročila 26°C, tudíž dodatečnou klimatizaci nenavrhujeme.**



Graf B-1 : Výsledná teplota, místnost 105+106



Graf B-2 : Tepelná zátěž v průběhu dne, místnost 105+106

### B.1.3.2 Ložnice 202

#### VÝPOČET TEPELNÉ ZÁTĚŽE

#### ZA NESTACIONÁRNÍCH PODMÍNEK

\*\*\*\*\* INFORMACE O PROJEKTU \*\*\*\*\*

Dětský pokoj v 2 NP

\*\*\*\*\* ZADANÉ PRVKY DO VÝPOČTU \*\*\*\*\*

Venkovní stěna

+-----S1 Obvodová, cihelné bloky + eps - tl. 550 (4.2m<sup>2</sup>, 0.55m, 2.098W/mK, 861kg/m<sup>3</sup>, 1065kJ/kgK)

+-----Balkon (2m<sup>2</sup>, 0.8W/m<sup>2</sup>K)

+-----Okno šikmé (1.8m<sup>2</sup>, 0.8W/m<sup>2</sup>K)

Venkovní stěna

+-----S2 Obvodová, cihelné bloky + eps - tl. 550 (2.28m<sup>2</sup>, 0.55m, 2.098W/mK, 861kg/m<sup>3</sup>, 1056kJ/kgK)

+-----Dveře na chodbu (2m<sup>2</sup>, 3.5W/m<sup>2</sup>K)

Venkovní stěna

+-----šikmá střecha (15.74m<sup>2</sup>, 0.202m, 1.121W/mK, 57kg/m<sup>3</sup>, 1430kJ/kgK)

+-----Balkon (2m<sup>2</sup>, 0.8W/m<sup>2</sup>K)

+-----Balkon (2m<sup>2</sup>, 0.8W/m<sup>2</sup>K)

Asymetrická stěna

+-----Podlaha (19.74m<sup>2</sup>, 0.3m, 0.79W/mK, 871kg/m<sup>3</sup>, 545kJ/kgK)

Asymetrická stěna

+-----cihelna vnitřní 150 (24.48m<sup>2</sup>, 0.15m, 0.031W/mK, 1933kg/m<sup>3</sup>, 973kJ/kgK)

Asymetrická stěna

+-----strop na půdu (3.35m<sup>2</sup>, 0.36m, 2.074W/mK, 201kg/m<sup>3</sup>, 1308kJ/kgK)

Další akumul. hmota

+-----nábytek dětský pokoj (15m<sup>2</sup>, 150kg, 800kJ/kgK)

\*\*\*\*\* VSTUPNÍ ÚDAJE \*\*\*\*\*

Výpočet proveden pro období od 21.7. do 21.7.

Časový krok: 300s

Objem místnosti : 49.149m<sup>3</sup>

Ve výpočtu bylo zavedeno:

Simulace oblačnosti: NE

Referenční rok: NE

Uvažován vliv sluneční radiace: ANO

Načtená klimatická data: NE

Osvětlení: NE

Větrání: NE

Ostatní tepelné zdroje[1]: 18 - 21h, 30W

Odpar vody: NE

Biologická produkce[1]: 0 - 6h, 75kg, počet osob: 1

Biologická produkce[2]: 21 - 24h, 75kg, počet osob: 1

Biologická produkce[3]: 6 - 7h, 75kg, počet osob: 1

Biologická produkce[4]: 18 - 21h, 75kg, počet osob: 1

Sálavé plochy: NE

\*\*\*\*\* VÝSLEDKY \*\*\*\*\*

Maxima tepelné zátěže:

21.7. 18.25h: Citelné teplo Max= 3219.88W

21.7. 3.42h: Citelné teplo Min= 2344.09W

21.7. 18.25h: Vázané teplo=15.27W Merna Tz = 0W/K

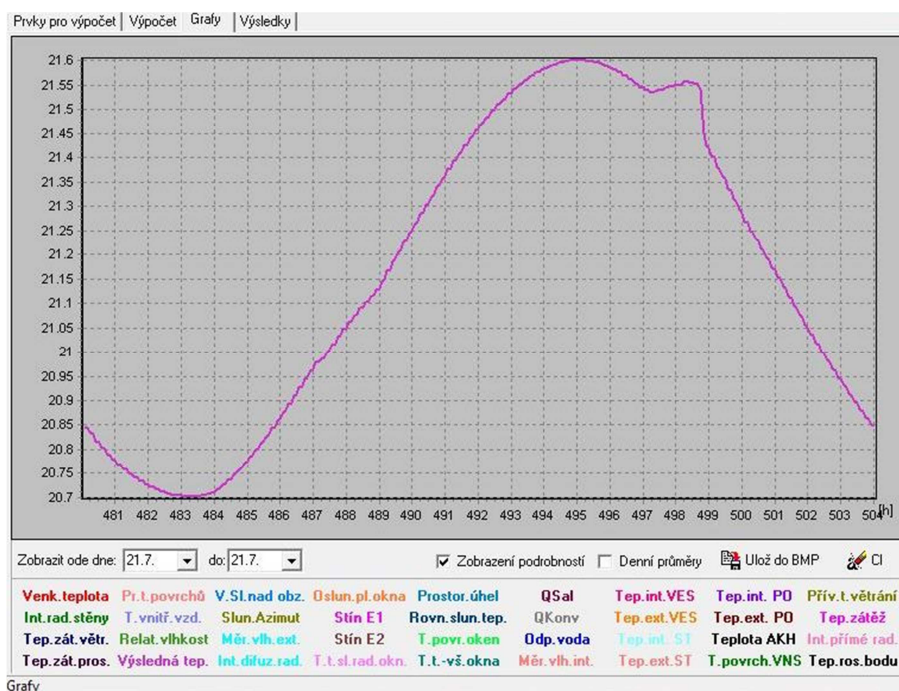
21.7. 18.25h: Potřeba chladu = 66.79kWh Potřeba tepla = 0kWh

Suma potřeby chladu = 66.79kWh

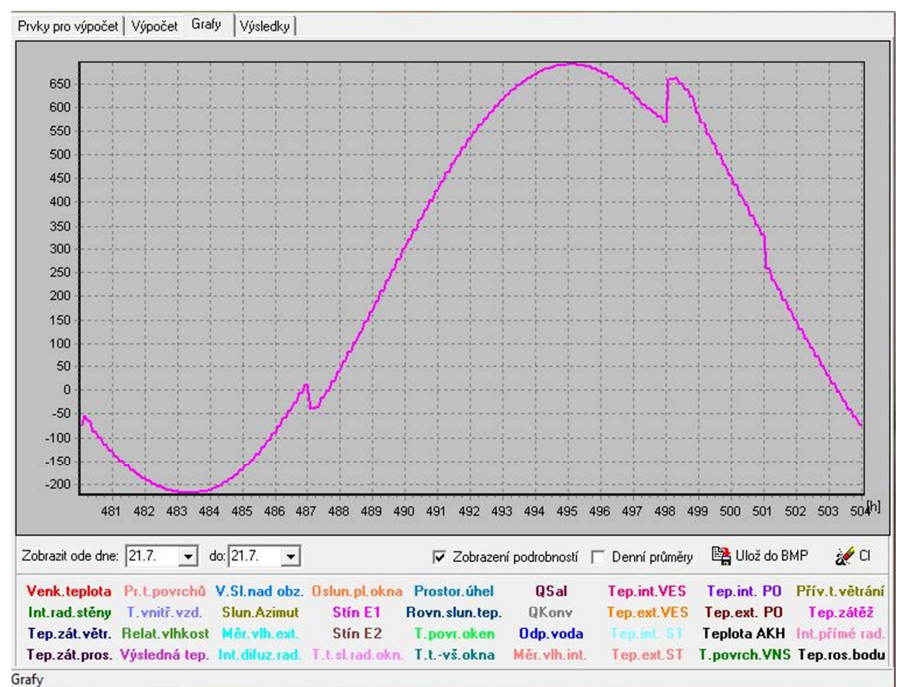
Suma potřeby tepla = 0kWh

www.volny.cz/virtualworld Vytvořeno programem TERUNA v1.0 Beta

Výsledná teplota nepřekročila 26°C, tudíž dodatečnou klimatizaci nenavrhujeme.



Graf B-3 : Teplota v průběhu dne, místnost 202



Graf B-4 : Tepelná zátěž v průběhu dne, místnost 202

### B.1.3.3 Ložnice 203

#### VÝPOČET TEPELNÉ ZÁTĚŽE

#### ZA NESTACIONÁRNÍCH PODMÍNEK

\*\*\*\*\* INFORMACE O PROJEKTU \*\*\*\*\*

Ložnice 203

\*\*\*\*\* ZADANÉ PRVKY DO VÝPOČTU \*\*\*\*\*

Venkovní stěna

+----S1 Obvodová, cihelné bloky + eps - tl. 550 (3.44m<sup>2</sup>, 0.55m, 2.098W/mK, 861kg/m<sup>3</sup>, 1065kJ/kgK)

Venkovní stěna

+----S2 Obvodová, cihelné bloky + eps - tl. 550 (11.43m<sup>2</sup>, 0.55m, 2.098W/mK, 861kg/m<sup>3</sup>, 1065kJ/kgK)

Venkovní stěna

+----šikná střecha (8.873m<sup>2</sup>, 0.202m, 1.121W/mK, 57kg/m<sup>3</sup>, 1430kJ/kgK)

+----Střešní okno Velux (0.96m<sup>2</sup>, 1.1W/m<sup>2</sup>K)

+----Střešní okno Velux (0.96m<sup>2</sup>, 1.1W/m<sup>2</sup>K)

Asymetrická stěna

+----strop na půdu (12.19m<sup>2</sup>, 0.36m, 2.074W/mK, 201kg/m<sup>3</sup>, 1308kJ/kgK)

Asymetrická stěna

+----cihelna vnitřní 350 (11.43m<sup>2</sup>, 0.35m, 0.031W/mK, 1933kg/m<sup>3</sup>, 973kJ/kgK)

Asymetrická stěna

+----cihelna vnitřní 300 (9.0415m<sup>2</sup>, 0.3m, 0.031W/mK, 1933kg/m<sup>3</sup>, 973kJ/kgK)

Symetrická stěna

+----podlaha v ložnici (21.93m<sup>2</sup>, 0.3m, 0.794W/mK, 871kg/m<sup>3</sup>, 515kJ/kgK)

Další akumul. hmota

+----Nábytek v ložnici (15m<sup>2</sup>, 150kg, 800kJ/kgK)

\*\*\*\*\* VSTUPNÍ ÚDAJE \*\*\*\*\*

Výpočet proveden pro období od 21.7. do 21.7.

Časový krok: 300s

Objem místnosti : 49.149m<sup>3</sup>

Ve výpočtu bylo zavedeno:

Simulace oblačnosti: NE

Referenční rok: NE

Uvažován vliv sluneční radiace: ANO

Načtená klimatická data: NE

Osvětlení[1]: 20 - 23h, 75W

Větrání[1]: 0 - 7h, 20m<sup>3</sup>/h

Větrání[2]: 21 - 24h, 20m<sup>3</sup>/h

Ostatní tepelné zdroje[1]: 19 - 22h, 30W

Ostatní tepelné zdroje[2]: 6 - 7h, 30W

Odpad vody: NE

Biologická produkce[1]: 0 - 1h, 75kg, počet osob: 1

Biologická produkce[2]: 0 - 1h, 75kg, počet osob: 1

Sálavé plochy: NE

\*\*\*\*\* VÝSLEDKY \*\*\*\*\*

Maxima tepelné zátěže:

21.7. 21.08h: Citelné teplo Max= 2710.04W

21.7. 7.08h: Citelné teplo Min= 2336.47W

21.7. 21.08h: Vázané teplo=0W Merna Tz = 0W/K

21.7. 21.08h: Potřeba chladu = 60.35kWh Potřeba tepla = 0kWh

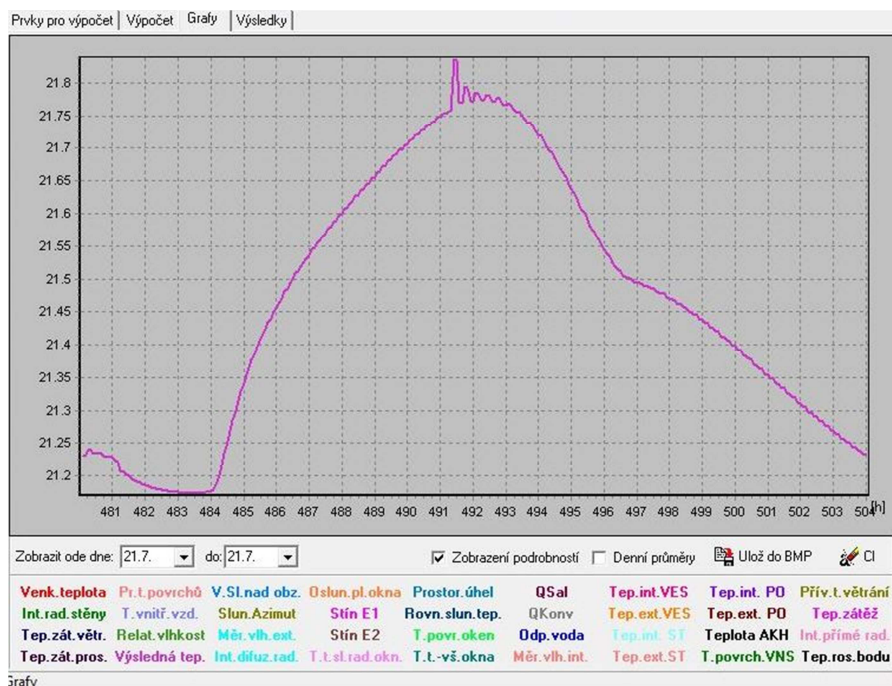
Suma potřeby chladu = 60.35kWh

Suma potřeby tepla = 0kWh

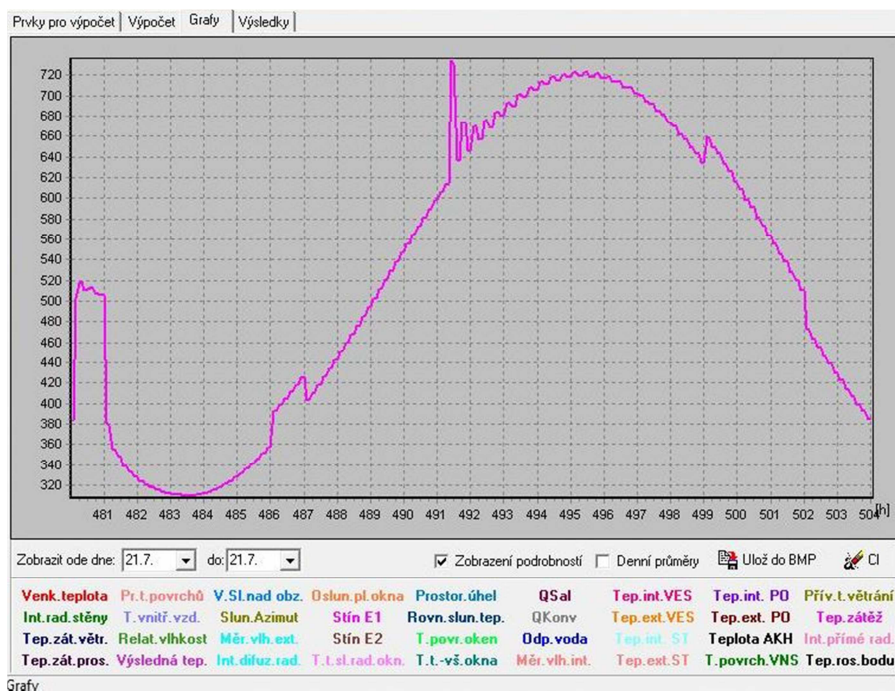
www.volny.cz/virtualworld Vytvořeno programem TERUNA v1.0 Beta



Výsledná teplota nepřekročila 26°C, tudíž dodatečnou klimatizaci nenavrhujeme.



Graf B-5 : Teplota v průběhu dne, místnost 203



Graf B-6 : Tepelná zátěž v průběhu dne, místnost 203

## B.2 Návrh otopné soustavy

### B.2.1 Přesné tepelné ztráty místností

Podlaží: 1	Míst. 101	Zádveří	s.v.= 2,5	m				
<b>Výpočet tepelné ztráty prostupem</b>								
Tepelné ztráty přímo do venkovního prostředí								
Č. k.	Popis	$A_k$	$U_k$	$\Delta U$	$U_{kce}$	$e_k$	$A_k \cdot U_{kce} \cdot e_k$	
1	Obvodová stěna 550 mm	3	0,26	0,02	0,28	1	0,84	
2	Dveře	4,5	0,04	0	0,04	1	0,18	
							0,00	
Celková měrná tepelná ztráta přímo do venkovního prostředí $H_{T,e} = \sum_k A_k \cdot U_{kce} \cdot e_k$ [W/K]							1,02	
Tepelné ztráty nevytápěným prostorem								
Č. k.	Popis	$A_k$	$U_k$	$\Delta U$	$U_{kce}$	$b_u$	$A_k \cdot U_{kce} \cdot b_u$	
					0		0,00	
Celková měrná tepelná ztráta přes nevytápěný prostor $H_{T,ue} = \sum_k A_k \cdot U_{kce} \cdot b_u$ [W/K]							0,00	
Tepelné ztráty z/do prostorů vytápěných na různou teplotu								
Č. k.	Popis	$^{\circ}C$	$A_k$	$U_k$	$f_{ij}$	$A_k \cdot U_k \cdot f_{ij}$		
1	Stěna do garáže	10	8,06	1,73	0,31	4,36		
2	Podlaha nad suterénem	15	5,43	0,53	0,16	0,45		
Celková měrná tepelná ztráta z/do prostor s odlišnou teplotou $H_{T,ij} = \sum_k A_k \cdot U_k \cdot f_{ij}$ [W/K]							4,81	
Tepelné ztráty zeminou								
Č.k.	Popis	$A_k$	$U_{equiv,k}$	$A_k \cdot U_{equiv,k}$	$f_{g1}$	$f_{g2}$	$G_w$	$f_{g1} \cdot f_{g2} \cdot G_w$
				$(\sum_k A_k \cdot U_{equiv,k})$				0,00
Celková měrná tepelná ztráta zeminou $H_{T,ig} = (\sum_k A_k \cdot U_{equiv,k}) \cdot f_{g1} \cdot f_{g2} \cdot G_w$ [W/K]							0,00	
Celková měrná tepelná ztráta prostupem $H_{T,i} = H_{T,ie} + H_{T,iue} + H_{T,ij} + H_{T,ig}$								
	$\theta_{int,i}$	$\theta_e$	$\theta_{int,i} - \theta_e$	$H_{T,i}$	Návrhová ztráta prostupem $\phi_{T,i}$ [W]			
	20	-12	32	5,83	186,52			
<b>Tepelná ztráta větráním</b>								
Objem místnosti $V_i$ [m <sup>3</sup> ]	Výpočtová ven. teplota $\theta_e$ [°C]	Výpočtová vnitřní tep. $\theta_{int,i}$ [°C]	Hygienické požadavky					
			$n$ (h <sup>-1</sup> )	$V_{min}$ [m <sup>3</sup> /h]				
13,58	-12	20	0,5	6,79				
Počet nechr. otvorů	$n_{50}$	Činitel zaclonění $e$	Výškový korekční součinitel $\epsilon$	Množství vzduchu infiltrací $V_{inf,i}$ [m <sup>3</sup> /h]				
0	4,5	0,03	1	0,81				
Výpočet tepelné ztráty větráním								
max. z $V_{min,i} \times V_{inf,i}$	$H_{v,i}$	$\theta_{int,i} - \theta_e$	Návrhová tepelná ztráta větráním $\phi_{v,i}$ [W]					
6,79	2,31	32	73,88					
<b>Celková ztráta místnosti <math>\phi_V</math> [W]</b>								
<b>260,40</b>								

Podlaží: 1	Míst. 102	WC	s.v.= 2,5	m				
<b>Výpočet tepelné ztráty prostupem</b>								
<b>Tepelné ztráty přímo do venkovního prostředí</b>								
Č. k.	Popis	$A_k$	$U_k$	$\Delta U$	$U_{kce}$	$e_k$	$A_k * U_{kce} * e_k$	
1	Obvodová stěna 550 mm	5,59	0,26	0,02	0,28	1	1,57	
2	okno	0,16	0,04	0	0,04	1	0,01	
							0,00	
Celková měrná tepelná ztráta přímo do venkovního prostředí $H_{T,e} = \sum_k A_k * U_{kce} * e_k$ [W/K]							1,57	
<b>Tepelné ztráty nevytápěným prostorem</b>								
Č. k.	Popis	$A_k$	$U_k$	$\Delta U$	$U_{kce}$	$b_u$	$A_k * U_{kce} * b_u$	
					0		0,00	
Celková měrná tepelná ztráta přes nevytápěný prostor $H_{T,ue} = \sum_k A_k * U_{kce} * b_u$ [W/K]							0,00	
<b>Tepelné ztráty z/do prostorů vytápěných na různou teplotu</b>								
Č. k.	Popis	$^{\circ}C$	$A_k$	$U_k$	$f_{ij}$	$A_k * U_k * f_{ij}$		
1	Podlaha nad suterénem	15	1,32	0,53	0,16	0,11		
Celková měrná tepelná ztráta z/do prostor s odlišnou teplotou $H_{T,ij} = \sum_k A_k * U_k * f_{ij}$ [W/K]							0,11	
<b>Tepelné ztráty zeminou</b>								
Č.k.	Popis	$A_k$	$U_{equiv,k}$	$A_k * U_{equiv,k}$	$f_{g1}$	$f_{g2}$	$G_w$	$f_{g1} * f_{g2} * G_w$
								0,00
$(\sum_k A_k * U_{equiv,k})$								0,00
Celková měrná tepelná ztráta zeminou $H_{T,ig} = (\sum_k A_k * U_{equiv,k}) * f_{g1} * f_{g2} * G_w$ [W/K]							0,00	
<b>Celková měrná tepelná ztráta prostupem <math>H_{T,i} = H_{T,ie} + H_{T,iue} + H_{T,ij} + H_{T,ig}</math></b>								
	$\theta_{int,i}$	$\theta_e$	$\theta_{int,i} - \theta_e$	$H_{T,i}$	Návrhová ztráta prostupem $\phi_{T,i}$ [W]			
	20	-12	32	1,68	53,79			
<b>Tepelná ztráta větráním</b>								
Objem místnosti $V_i$ [m <sup>3</sup> ]	Výpočtová ven. teplota $\theta_e$ [°C]	Výpočtová vnitřní tep. $\theta_{int,i}$ [°C]	Hygienické požadavky					
3,30	-12	20	$n$ (h <sup>-1</sup> )	$V_{min}$ [m <sup>3</sup> /h]				
			3,5	11,55				
Počet nechr. otvorů	$n_{50}$	Činitel zaclonění $e$	Výškový korekční součinitel $\epsilon$	Množství vzduchu infiltrací $V_{inf,i}$ [m <sup>3</sup> /h]				
0	4,5	0,03	1	0,20				
<b>Výpočet tepelné ztráty větráním</b>								
max. z $V_{min,i} \times V_{inf,i}$	$H_{v,i}$	$\theta_{int,i} - \theta_e$	Návrhová tepelná ztráta větráním $\phi_{v,i}$ [W]					
11,55	3,93	32	125,66					
<b>Celková ztráta místnosti <math>\phi_V</math> [W]</b>				<b>179,45</b>				

Podlaží: 1	Míst. 103	Kancelář	s.v.= 2,5 m					
<b>Výpočet tepelné ztráty prostupem</b>								
<b>Tepelné ztráty přímo do venkovního prostředí</b>								
Č. k.	Popis	$A_k$	$U_k$	$\Delta U$	$U_{kce}$	$e_k$	$A_k * U_{kce} * e_k$	
1	Obvodová stěna 550 mm	3	0,26	0,02	0,28	1	0,84	
2	Okna	4,5	0,04	0	0,04	1	0,18	
							0,00	
Celková měrná tepelná ztráta přímo do venkovního prostředí $H_{T,e} = \sum_k A_k * U_{kce} * e_k$ [W/K]							1,02	
<b>Tepelné ztráty nevytápěným prostorem</b>								
Č. k.	Popis	$A_k$	$U_k$	$\Delta U$	$U_{kce}$	$b_u$	$A_k * U_{kce} * b_u$	
					0		0,00	
Celková měrná tepelná ztráta přes nevytápěný prostor $H_{T,ue} = \sum_k A_k * U_{kce} * b_u$ [W/K]							0,00	
<b>Tepelné ztráty z/do prostorů vytápěných na různou teplotu</b>								
Č. k.	Popis	$^{\circ}C$	$A_k$	$U_k$	$f_{ij}$	$A_k * U_k * f_{ij}$		
1	Podlaha nad suterénem	15	10,95	0,53	0,16	0,91		
						0,00		
Celková měrná tepelná ztráta z/do prostor s odlišnou teplotou $H_{T,ij} = \sum_k A_k * U_k * f_{ij}$ [W/K]							0,91	
<b>Tepelné ztráty zeminou</b>								
Č.k.	Popis	$A_k$	$U_{equiv,k}$	$A_k * U_{equiv,k}$	$f_{g1}$	$f_{g2}$	$G_w$	$f_{g1} * f_{g2} * G_w$
								0,00
$(\sum_k A_k * U_{equiv,k})$								0,00
Celková měrná tepelná ztráta zeminou $H_{T,ig} = (\sum_k A_k * U_{equiv,k}) * f_{g1} * f_{g2} * G_w$ [W/K]							0,00	
<b>Celková měrná tepelná ztráta prostupem <math>H_{T,i} = H_{T,ie} + H_{T,iue} + H_{T,ij} + H_{T,ig}</math></b>								
	$\theta_{int,i}$	$\theta_e$	$\theta_{int,i} - \theta_e$	$H_{T,i}$	Návrhová ztráta prostupem $\phi_{T,i}$ [W]			
	20	-12	32	1,93	61,66			
<b>Tepelná ztráta větráním</b>								
Objem místnosti $V_i$ [m <sup>3</sup> ]	Výpočtová ven. teplota $\theta_e$ [°C]	Výpočtová vnitřní tep. $\theta_{int,i}$ [°C]	Hygienické požadavky					
27,38	-12	20	$n$ (h <sup>-1</sup> )	$V_{min}$ [m <sup>3</sup> /h]				
			0,5	13,69				
Počet nechr. otvorů	$n_{50}$	Činitel zaclonění $e$	Výškový korekční součinitel $\epsilon$	Množství vzduchu infilrací $V_{inf,i}$ [m <sup>3</sup> /h]				
0	4,5	0,03	1	1,64				
<b>Výpočet tepelné ztráty větráním</b>								
max. z $V_{min,i} \times V_{inf,i}$	$H_{v,i}$	$\theta_{int,i} - \theta_e$	Návrhová tepelná ztráta větráním $\phi_{v,i}$ [W]					
13,69	4,65	32	148,92					
<b>Celková ztráta místnosti <math>\phi_V</math> [W]</b>				<b>210,58</b>				

Podlaží: 1	Míst. 104	Chodba	s.v.= 2,5 m					
<b>Výpočet tepelné ztráty prostupem</b>								
<b>Tepelné ztráty přímo do venkovního prostředí</b>								
Č. k.	Popis	$A_k$	$U_k$	$\Delta U$	$U_{kce}$	$e_k$	$A_k * U_{kce} * e_k$	
1	Obvodová stěna 550 mm	5,13	0,26	0,02	0,28	1	1,44	
							0,00	
							0,00	
Celková měrná tepelná ztráta přímo do venkovního prostředí $H_{T,e} = \sum_k A_k * U_{kce} * e_k$ [W/K]							1,44	
<b>Tepelné ztráty nevytápěným prostorem</b>								
Č. k.	Popis	$A_k$	$U_k$	$\Delta U$	$U_{kce}$	$b_u$	$A_k * U_{kce} * b_u$	
					0		0,00	
Celková měrná tepelná ztráta přes nevytápěný prostor $H_{T,ue} = \sum_k A_k * U_{kce} * b_u$ [W/K]							0,00	
<b>Tepelné ztráty z/do prostorů vytápěných na různou teplotu</b>								
Č. k.	Popis	$^{\circ}C$	$A_k$	$U_k$	$f_{ij}$	$A_k * U_k * f_{ij}$		
1	Stěna do garáže	10	5,13	1,73	0,31	2,77		
2	Podlaha nad suterénem	10	16,08	0,53	0,31	2,66		
Celková měrná tepelná ztráta z/do prostor s odlišnou teplotou $H_{T,ij} = \sum_k A_k * U_k * f_{ij}$ [W/K]							5,43	
<b>Tepelné ztráty zeminou</b>								
Č.k.	Popis	$A_k$	$U_{equiv,k}$	$A_k * U_{equiv,k}$	$f_{g1}$	$f_{g2}$	$G_w$	$f_{g1} * f_{g2} * G_w$
								0
				$(\sum_k A_k * U_{equiv,k})$				
Celková měrná tepelná ztráta zeminou $H_{T,ig} = (\sum_k A_k * U_{equiv,k}) * f_{g1} * f_{g2} * G_w$ [W/K]								0
<b>Celková měrná tepelná ztráta prostupem <math>H_{T,i} = H_{T,ie} + H_{T,iue} + H_{T,ij} + H_{T,ig}</math></b>								
	$\theta_{int,i}$	$\theta_e$	$\theta_{int,i} - \theta_e$	$H_{T,i}$	Návrhová ztráta prostupem $\phi_{T,i}$ [W]			
	20	-12	32	6,87	219,78			
<b>Tepelná ztráta větráním</b>								
Objem místnosti $V_i$ [m <sup>3</sup> ]	Výpočtová ven. teplota $\theta_e$ [°C]	Výpočtová vnitřní tep. $\theta_{int,i}$ [°C]	Hygienické požadavky					
			$n$ (h <sup>-1</sup> )	$V_{min}$ [m <sup>3</sup> /h]				
40,19	-12	20	0,5	20,09				
Počet nechr. otvorů	$n_{50}$	Činitel zaclonění $e$	Výškový korekční součinitel $\epsilon$	Množství vzduchu infiltrace $V_{inf,i}$ [m <sup>3</sup> /h]				
0	4,5	0,03	1	2,41				
<b>Výpočet tepelné ztráty větráním</b>								
max. z $V_{min,i} \times V_{inf,i}$	$H_{v,i}$	$\theta_{int,i} - \theta_e$	Návrhová tepelná ztráta větráním $\phi_{v,i}$ [W]					
20,09	6,83	32	218,62					
<b>Celková ztráta místnosti <math>\phi_V</math> [W]</b>				<b>438,40</b>				

Podlaží: 1	Míst. 105+106	Kuchyně+Obývací pokoj	s.v.= 2,5 m					
<b>Výpočet tepelné ztráty prostupem</b>								
<b>Tepelné ztráty přímo do venkovního prostředí</b>								
Č. k.	Popis	$A_k$	$U_k$	$\Delta U$	$U_{kce}$	$e_k$	$A_k * U_{kce} * e_k$	
1	Obvodová stěna 550 mm	39,385	0,26	0,02	0,28	1	11,03	
2	Okna	10,74	0,04	0	0,04	1	0,43	
							0,00	
Celková měrná tepelná ztráta přímo do venkovního prostředí $H_{T,e} = \sum_k A_k * U_{kce} * e_k$ [W/K]							11,46	
<b>Tepelné ztráty nevytápěným prostorem</b>								
Č. k.	Popis	$A_k$	$U_k$	$\Delta U$	$U_{kce}$	$b_u$	$A_k * U_{kce} * b_u$	
					0		0,00	
Celková měrná tepelná ztráta přes nevytápěný prostor $H_{T,ue} = \sum_k A_k * U_{kce} * b_u$ [W/K]							0,00	
<b>Tepelné ztráty z/do prostorů vytápěných na různou teplotu</b>								
Č. k.	Popis	$^{\circ}C$	$A_k$	$U_k$	$f_{ij}$	$A_k * U_k * f_{ij}$		
1	Stěna do garáže	10	8,06	1,73	0,31	4,36		
2	Podlaha nad suterénem	10	42,70	0,53	0,31	7,07		
Celková měrná tepelná ztráta z/do prostor s odlišnou teplotou $H_{T,ij} = \sum_k A_k * U_k * f_{ij}$ [W/K]							11,43	
<b>Tepelné ztráty zeminou</b>								
Č.k.	Popis	$A_k$	$U_{equiv,k}$	$A_k * U_{equiv,k}$	$f_{g1}$	$f_{g2}$	$G_w$	$f_{g1} * f_{g2} * G_w$
								0
				$(\sum_k A_k * U_{equiv,k})$				
Celková měrná tepelná ztráta zeminou $H_{T,ig} = (\sum_k A_k * U_{equiv,k}) * f_{g1} * f_{g2} * G_w$ [W/K]							0	
<b>Celková měrná tepelná ztráta prostupem <math>H_{T,i} = H_{T,ie} + H_{T,iue} + H_{T,ij} + H_{T,ig}</math></b>								
	$\theta_{int,i}$	$\theta_e$	$\theta_{int,i} - \theta_e$	$H_{T,i}$	Návrhová ztráta prostupem $\phi_{T,i}$ [W]			
	20	-12	32	22,89	732,40			
<b>Tepelná ztráta větráním</b>								
Objem místnosti $V_i$ [m <sup>3</sup> ]	Výpočtová ven. teplota $\theta_e$ [°C]	Výpočtová vnitřní tep. $\theta_{int,i}$ [°C]	Hygienické požadavky					
106,74	-12	20	$n$ (h <sup>-1</sup> )	$V_{min}$ [m <sup>3</sup> /h]				
			3,5	373,58				
Počet nechr. otvorů	$n_{50}$	Činitel zaclonění $e$	Výškový korekční součinitel $\epsilon$	Množství vzduchu infiltrací $V_{inf,i}$ [m <sup>3</sup> /h]				
0	4,5	0,03	1	6,40				
<b>Výpočet tepelné ztráty větráním</b>								
max. z $V_{min,i} \times V_{inf,i}$	$H_{v,i}$	$\theta_{int,i} - \theta_e$	Návrhová tepelná ztráta větráním $\phi_{v,i}$ [W]					
373,58	127,02	32	4064,56					
pozn. Do celkové ztráty jsme započítali jen 30% $\phi_V$								
<b>Celková ztráta místnosti <math>\phi_V</math> [W]</b>			<b>1951,77</b>					

Podlaží: 1	Míst. 107	Garáž	s.v. = 2,5 m					
<b>Výpočet tepelné ztráty prostupem</b>								
<b>Tepelné ztráty přímo do venkovního prostředí</b>								
Č. k.	Popis	$A_k$	$U_k$	$\Delta U$	$U_{kce}$	$e_k$	$A_k * U_{kce} * e_k$	
1	Obvodová stěna 550 mm	14,3	0,26	0,02	0,28	1	4,00	
2	Dveře	5,89	0,5	0	0,5	1	2,95	
							0,00	
Celková měrná tepelná ztráta přímo do venkovního prostředí $H_{T,e} = \sum_k A_k * U_{kce} * e_k$ [W/K]							6,95	
<b>Tepelné ztráty nevytápěným prostorem</b>								
Č. k.	Popis	$A_k$	$U_k$	$\Delta U$	$U_{kce}$	$b_u$	$A_k * U_{kce} * b_u$	
					0		0,00	
Celková měrná tepelná ztráta přes nevytápěný prostor $H_{T,iue} = \sum_k A_k * U_{kce} * b_u$ [W/K]							0,00	
<b>Tepelné ztráty z/do prostorů vytápěných na různou teplotu</b>								
Č. k.	Popis	$^{\circ}C$	$A_k$	$U_k$	$f_{ij}$	$A_k * U_k * f_{ij}$		
						0,00		
						0,00		
Celková měrná tepelná ztráta z/do prostor s odlišnou teplotou $H_{T,ij} = \sum_k A_k * U_k * f_{ij}$ [W/K]							0,00	
<b>Tepelné ztráty zeminou</b>								
Č. k.	Popis	$A_k$	$U_{equiv,k}$	$A_k * U_{equiv,k}$	$f_{g1}$	$f_{g2}$	$G_w$	$f_{g1} * f_{g2} * G_w$
								0
$(\sum_k A_k * U_{equiv,k})$								0
Celková měrná tepelná ztráta zeminou $H_{T,ig} = (\sum_k A_k * U_{equiv,k}) * f_{g1} * f_{g2} * G_w$ [W/K]							0	
<b>Celková měrná tepelná ztráta prostupem <math>H_{T,i} = H_{T,ie} + H_{T,iue} + H_{T,ij} + H_{T,ig}</math></b>								
	$\theta_{int,i}$	$\theta_e$	$\theta_{int,i} - \theta_e$	$H_{T,i}$	Návrhová ztráta prostupem $\phi_{T,i}$ [W]			
	10	-12	22	6,95	152,88			
<b>Tepelná ztráta větráním</b>								
Objem místnosti $V_i$ [m <sup>3</sup> ]	Výpočtová ven. teplota $\theta_e$ [°C]	Výpočtová vnitřní tep. $\theta_{int,i}$ [°C]	Hygienické požadavky					
15,64	-12	10	$n$ (h <sup>-1</sup> )	$V_{min}$ [m <sup>3</sup> /h]				
			2	31,28				
Počet nechr. otvorů	$n_{50}$	Činitel zaclonění $e$	Výškový korekční součinitel $\epsilon$	Množství vzduchu infiltrací $V_{inf,i}$ [m <sup>3</sup> /h]				
0	4,5	0,03	1	0,94				
<b>Výpočet tepelné ztráty větráním</b>								
max. z $V_{min,i} * V_{inf,i}$	$H_{v,i}$	$\theta_{int,i} - \theta_e$	Návrhová tepelná ztráta větráním $\phi_{v,i}$ [W]					
31,28	10,64	22	233,97					
<b>Celková ztráta místnosti <math>\phi_V</math> [W]</b>				<b>386,85</b>				

Podlaží: 2	Míst. 201	Chodba	s.v.= 2,55 m				
<b>Výpočet tepelné ztráty prostupem</b>							
Tepelné ztráty přímo do venkovního prostředí							
Stavební konstrukce							
Č. k.	Popis	$A_k$	$U_k$	$\Delta U$	$U_{kce}$	$e_k$	$A_k * U_{kce} * e_k$
1	Obvodová stěna 550 mm	5,23	0,26	0,02	0,28	1	1,46
							0,00
							0,00
Celková měrná tepelná ztráta přímo do venkovního prostředí $H_{T,e} = \sum_k A_k * U_{kce} * e_k$ [W/K]							1,46
Tepelné ztráty nevytápěným prostorem							
Stavební konstrukce							
Č. k.	Popis	$A_k$	$U_k$	$\Delta U$	$U_{kce}$	$b_u$	$A_k * U_{kce} * b_u$
1	Strop	13,34	0,17	0,53	0,7	1	9,34
Celková měrná tepelná ztráta přes nevytápěný prostor $H_{T,ue} = \sum_k A_k * U_{kce} * b_u$ [W/K]							9,34
Tepelné ztráty z/do prostorů vytápěných na různou teplotu							
Stavební konstrukce							
Č. k.	Popis	$^{\circ}C$	$A_k$	$U_k$	$f_{ij}$		$A_k * U_k * f_{ij}$
							0,00
Celková měrná tepelná ztráta z/do prostor s odlišnou teplotou $H_{T,ij} = \sum_k A_k * U_k * f_{ij}$ [W/K]							0,00
Celková měrná tepelná ztráta prostupem $H_{T,i} = H_{T,ie} + H_{T,iue} + H_{T,ij} + H_{T,ig}$							
	$\theta_{int,i}$	$\theta_e$	$\frac{\theta_{int,i} - \theta_e}{\theta_e}$	$H_{T,i}$	Návrhová ztráta prostupem $\phi_{T,i}$ [W]		
	20	-12	32	10,80	345,66		
<b>Tepelná ztráta větráním</b>							
Objem místnosti $V_i$ [m <sup>3</sup> ]	Výpočtová ven. teplota $\theta_e$ [°C]	Výpočtová vnitřní tep. $\theta_{int,i}$ [°C]	Hygienické požadavky				
			$n$ (h <sup>-1</sup> )	$V_{min}$ [m <sup>3</sup> /h]			
34,02	-12	20	0,5	17,01			
Počet nechr. otvorů	$n_{50}$	Činitel zaclonění $e$	Výškový korekční součinitel $\epsilon$	Množství vzduchu infiltrace $V_{inf,i}$ [m <sup>3</sup> /h]			
0	4,5	0,03	1	2,04			
Výpočet tepelné ztráty větráním							
max. z $V_{min,i} \times V_{inf,i}$	$H_{v,i}$	$\theta_{int,i} - \theta_e$	Návrhová tepelná ztráta větráním $\phi_{v,i}$ [W]				
17,01	5,78	32	185,05				
<b>Celková ztráta místnosti <math>\phi_V</math> [W]</b>			<b>530,71</b>				



Podlaží: 2	Míst. 202	Ložnice 1	s.v.= 2,55 m				
<b>Výpočet tepelné ztráty prostupem</b>							
Tepelné ztráty přímo do venkovního prostředí							
Stavební konstrukce							
Č. k.	Popis	$A_k$	$U_k$	$\Delta U$	$U_{kce}$	$e_k$	$A_k \cdot U_{kce} \cdot e_k$
1	Obvodová stěna 550 mm	3,48	0,26	0,02	0,28	1	0,97
2	Okna	2	0,04	0	0,04	1	0,08
3	Střešní kce	15,69	0,16	0,02	0,18	1	2,82
Celková měrná tepelná ztráta přímo do venkovního prostředí $H_{T,e} = \sum_k A_k \cdot U_{kce} \cdot e_k$ [W/K]							3,88
Tepelné ztráty nevytápěným prostorem							
Stavební konstrukce							
Č. k.	Popis	$A_k$	$U_k$	$\Delta U$	$U_{kce}$	$b_u$	$A_k \cdot U_{kce} \cdot b_u$
1	Strop	3,75	0,17	0,02	0,19	1	0,71
Celková měrná tepelná ztráta přes nevytápěný prostor $H_{T,ue} = \sum_k A_k \cdot U_{kce} \cdot b_u$ [W/K]							0,71
Tepelné ztráty z/do prostorů vytápěných na různou teplotu							
Stavební konstrukce							
Č. k.	Popis	$^{\circ}C$	$A_k$	$U_k$	$f_{ij}$	$A_k \cdot U_k \cdot f_{ij}$	
						0,00	
Celková měrná tepelná ztráta z/do prostor s odlišnou teplotou $H_{T,ij} = \sum_k A_k \cdot U_k \cdot f_{ij}$ [W/K]							0,00
Celková měrná tepelná ztráta prostupem $H_{T,i} = H_{T,ie} + H_{T,iue} + H_{T,ij} + H_{T,ig}$							
	$\theta_{int,i}$	$\theta_e$	$\frac{\theta_{int,i} - \theta_e}{\theta_e}$	$H_{T,i}$	Návrhová ztráta prostupem $\phi_{T,i}$ [W]		
	20	-12	32	4,59	146,92		
<b>Tepelná ztráta větráním</b>							
Objem místnosti $V_i$ [m <sup>3</sup> ]	Výpočtová ven. teplota $\theta_e$ [°C]	Výpočtová vnitřní tep. $\theta_{int,i}$ [°C]	Hygienické požadavky				
			$n$ (h <sup>-1</sup> )	$V_{min}$ [m <sup>3</sup> /h]			
34,87	-12	20	0,5	17,44			
Počet nechr. otvorů	$n_{50}$	Činitel zaclonění $e$	Výškový korekční součinitel $\epsilon$	Množství vzduchu infiltrací $V_{inf,i}$ [m <sup>3</sup> /h]			
0	4,5	0,03	1	2,09			
Výpočet tepelné ztráty větráním							
max. z $V_{min,i} \times V_{inf,i}$	$H_{v,i}$	$\theta_{int,i} - \theta_e$	Návrhová tepelná ztráta větráním $\phi_{V,i}$ [W]				
17,44	5,93	32	189,69				
<b>Celková ztráta místnosti <math>\phi_V</math> [W]</b>			<b>336,61</b>				

Podlaží: 2	Míst. 203	Ložnice 2	s.v.= 2,55 m				
<b>Výpočet tepelné ztráty prostupem</b>							
<b>Tepelné ztráty přímo do venkovního prostředí</b>							
Stavební konstrukce							
Č. k.	Popis	$A_k$	$U_k$	$\Delta U$	$U_{kce}$	$e_k$	$A_k \cdot U_{kce} \cdot e_k$
1	Obvodová stěna 550 mm	5,23	0,26	0,02	0,28	1	1,46
2	Okna	4	0,04	0	0,04	1	0,16
3	Střešní kce	18,83	0,16	0,02	0,18	1	3,39
Celková měrná tepelná ztráta přímo do venkovního prostředí $H_{T,e} = \sum_k A_k \cdot U_{kce} \cdot e_k$ [W/K]							5,01
<b>Tepelné ztráty nevytápěným prostorem</b>							
Stavební konstrukce							
Č. k.	Popis	$A_k$	$U_k$	$\Delta U$	$U_{kce}$	$b_u$	$A_k \cdot U_{kce} \cdot b_u$
1	Strop	5,35	0,17	0,02	0,19	1	1,02
Celková měrná tepelná ztráta přes nevytápěný prostor $H_{T,ue} = \sum_k A_k \cdot U_{kce} \cdot b_u$ [W/K]							1,02
<b>Tepelné ztráty z/do prostorů vytápěných na různou teplotu</b>							
Stavební konstrukce							
Č. k.	Popis	$^{\circ}C$	$A_k$	$U_k$	$f_{ij}$		$A_k \cdot U_k \cdot f_{ij}$
							0,00
Celková měrná tepelná ztráta z/do prostor s odlišnou teplotou $H_{T,ij} = \sum_k A_k \cdot U_k \cdot f_{ij}$ [W/K]							0,00
<b>Celková měrná tepelná ztráta prostupem <math>H_{T,i} = H_{T,ie} + H_{T,iue} + H_{T,ij} + H_{T,ig}</math></b>							
	$\theta_{int,i}$	$\theta_e$	$\frac{\theta_{int,i} - \theta_e}{\theta_e}$	$H_{T,i}$	Návrhová ztráta prostupem $\phi_{T,i}$ [W]		
	20	-12	32	6,03	192,95		
<b>Tepelná ztráta větráním</b>							
Objem místnosti $V_i$ [m <sup>3</sup> ]	Výpočtová ven. teplota $\theta_e$ [°C]	Výpočtová vnitřní tep. $\theta_{int,i}$ [°C]	Hygienické požadavky				
			$n$ (h <sup>-1</sup> )	$V_{min}$ [m <sup>3</sup> /h]			
40,75	-12	20	0,5	20,38			
Počet nechr. otvorů	$n_{50}$	Činitel zaclonění $e$	Výškový korekční součinitel $\epsilon$	Množství vzduchu infiltrací $V_{inf,i}$ [m <sup>3</sup> /h]			
0	4,5	0,03	1	2,45			
<b>Výpočet tepelné ztráty větráním</b>							
max. z $V_{min,i} \times V_{inf,i}$	$H_{v,i}$	$\theta_{int,i} - \theta_e$	Návrhová tepelná ztráta větráním $\phi_{V,i}$ [W]				
20,38	6,93	32	221,68				
<b>Celková ztráta místnosti <math>\phi_V</math> [W]</b>				<b>414,63</b>			

Podlaží: 2	Míst. 204	Koupelna	s.v.= 2,55 m				
<b>Výpočet tepelné ztráty prostupem</b>							
Tepelné ztráty přímo do venkovního prostředí							
Stavební konstrukce							
Č. k.	Popis	$A_k$	$U_k$	$\Delta U$	$U_{kce}$	$e_k$	$A_k \cdot U_{kce} \cdot e_k$
1	Obvodová stěna 550 mm	4,83	0,26	0,02	0,28	1	1,35
2	Okna	0,4	0,04	0	0,04	1	0,02
							0,00
Celková měrná tepelná ztráta přímo do venkovního prostředí $H_{T,e} = \sum_k A_k \cdot U_{kce} \cdot e_k$ [W/K]							1,37
Tepelné ztráty nevytápěným prostorem							
Stavební konstrukce							
Č. k.	Popis	$A_k$	$U_k$	$\Delta U$	$U_{kce}$	$b_u$	$A_k \cdot U_{kce} \cdot b_u$
1	Strop	4,36	0,17	0,53	0,7	1	3,05
Celková měrná tepelná ztráta přes nevytápěný prostor $H_{T,ue} = \sum_k A_k \cdot U_{kce} \cdot b_u$ [W/K]							3,05
Tepelné ztráty z/do prostorů vytápěných na různou teplotu							
Stavební konstrukce							
Č. k.	Popis	$^{\circ}C$	$A_k$	$U_k$	$f_{ij}$		$A_k \cdot U_k \cdot f_{ij}$
1	Podlaha nad garáží	10	4,36	0,53	0,31		0,72
Celková měrná tepelná ztráta z/do prostor s odlišnou teplotou $H_{T,ij} = \sum_k A_k \cdot U_k \cdot f_{ij}$ [W/K]							0,72
Celková měrná tepelná ztráta prostupem $H_{T,i} = H_{T,ie} + H_{T,iue} + H_{T,ij} + H_{T,ig}$							
	$\theta_{int,i}$	$\theta_e$	$\frac{\theta_{int,i} - \theta_e}{\theta_e}$	$H_{T,i}$	Návrhová ztráta prostupem $\phi_{T,i}$ [W]		
	20	-12	32	5,14	164,56		
<b>Tepelná ztráta větráním</b>							
Objem místnosti $V_i$ [m <sup>3</sup> ]	Výpočtová ven. teplota $\theta_e$ [°C]	Výpočtová vnitřní tep. $\theta_{int,i}$ [°C]	Hygienické požadavky				
			$n$ (h <sup>-1</sup> )	$V_{min}$ [m <sup>3</sup> /h]			
40,75	-12	20	0,5	20,38			
Počet nechr. otvorů	$n_{50}$	Činitel zaclonění $e$	Výškový korekční součinitel $\epsilon$	Množství vzduchu infiltrací $V_{inf,i}$ [m <sup>3</sup> /h]			
0	4,5	0,03	1	2,45			
Výpočet tepelné ztráty větráním							
max. z $V_{min,i} \times V_{inf,i}$	$H_{v,i}$	$\theta_{int,i} - \theta_e$	Návrhová tepelná ztráta větráním $\phi_{V,i}$ [W]				
20,38	6,93	32	221,68				
<b>Celková ztráta místnosti <math>\phi_V</math> [W]</b>			<b>386,24</b>				

Podlaží: 2      Míst. 206      Ložnice 4      s.v.= 2,55 m

### Výpočet tepelné ztráty prostupem

Tepelné ztráty přímo do venkovního prostředí							
Stavební konstrukce							
Č. k.	Popis	$A_k$	$U_k$	$\Delta U$	$U_{kce}$	$e_k$	$A_k \cdot U_{kce} \cdot e_k$
1	Obvodová stěna 550 mm	15,90	0,26	0,02	0,28	1	4,45
2	Okna	5,9	0,04	0	0,04	1	0,24
							0,00
Celková měrná tepelná ztráta přímo do venkovního prostředí $H_{T,e} = \sum_k A_k \cdot U_{kce} \cdot e_k$ [W/K]							4,69

Tepelné ztráty nevytápěným prostorem							
Stavební konstrukce							
Č. k.	Popis	$A_k$	$U_k$	$\Delta U$	$U_{kce}$	$b_u$	$A_k \cdot U_{kce} \cdot b_u$
1	Strop	17,82	0,17	0,02	0,19	1	3,39
Celková měrná tepelná ztráta přes nevytápěný prostor $H_{T,ue} = \sum_k A_k \cdot U_{kce} \cdot b_u$ [W/K]							3,39

Tepelné ztráty z/do prostorů vytápěných na různou teplotu							
Stavební konstrukce							
Č. k.	Popis	$^{\circ}C$	$A_k$	$U_k$	$f_{ij}$		$A_k \cdot U_k \cdot f_{ij}$
							0,00
Celková měrná tepelná ztráta z/do prostor s odlišnou teplotou $H_{T,ij} = \sum_k A_k \cdot U_k \cdot f_{ij}$ [W/K]							0,00

Celková měrná tepelná ztráta prostupem $H_{T,i} = H_{T,ie} + H_{T,iue} + H_{T,ij} + H_{T,ig}$					
	$\theta_{int,i}$	$\theta_e$	$\frac{\theta_{int,i} - \theta_e}{\theta_e}$	$H_{T,i}$	Návrhová ztráta prostupem $\phi_{T,i}$ [W]
	20	-12	32	8,07	258,36

### Tepelná ztráta větráním

Objem místnosti $V_i$ [m <sup>3</sup> ]	Výpočtová ven. teplota $\theta_e$ [°C]	Výpočtová vnitřní tep. $\theta_{int,i}$ [°C]	Hygienické požadavky	
			$n$ (h <sup>-1</sup> )	$V_{min}$ [m <sup>3</sup> /h]
45,44	-12	20	0,5	22,72
Počet nechr. otvorů	$n_{50}$	Činitel zaclonění $e$	Výškový korekční součinitel $\epsilon$	Množství vzduchu infiltrací $V_{inf,i}$ [m <sup>3</sup> /h]
0	4,5	0,03	1	2,73
Výpočet tepelné ztráty větráním				
max. z $V_{min,i} \times V_{inf,i}$	$H_{v,i}$	$\theta_{int,i} - \theta_e$	Návrhová tepelná ztráta větráním $\phi_{V,i}$ [W]	
22,72	7,72	32	247,19	

<b>Celková ztráta místnosti <math>\phi_V</math> [W]</b>	<b>505,56</b>
---	---------------

Podlaží: 2      Míst. 207      Ložnice 3      s.v.= 2,55 m

### Výpočet tepelné ztráty prostupem

#### Tepelné ztráty přímo do venkovního prostředí

Stavební konstrukce

Č. k.	Popis	$A_k$	$U_k$	$\Delta U$	$U_{kce}$	$e_k$	$A_k \cdot U_{kce} \cdot e_k$
1	Obvodová stěna 550 mm	14,61	0,26	0,02	0,28	1	4,09
2	Okna	4	0,04	0	0,04	1	0,16
3	Střešní kce	19,08	0,16	0,02	0,18	1	3,43

Celková měrná tepelná ztráta přímo do venkovního prostředí  $H_{T,e} = \sum_k A_k \cdot U_{kce} \cdot e_k$  [W/K]

7,69

#### Tepelné ztráty nevytápěným prostorem

Stavební konstrukce

Č. k.	Popis	$A_k$	$U_k$	$\Delta U$	$U_{kce}$	$b_u$	$A_k \cdot U_{kce} \cdot b_u$
1	Strop	9,10	0,17	0,02	0,19	1	1,73

Celková měrná tepelná ztráta přes nevytápěný prostor  $H_{T,ue} = \sum_k A_k \cdot U_{kce} \cdot b_u$  [W/K]

1,73

#### Tepelné ztráty z/do prostorů vytápěných na různou teplotu

Stavební konstrukce

Č. k.	Popis	$^{\circ}C$	$A_k$	$U_k$	$f_{ij}$	$A_k \cdot U_k \cdot f_{ij}$
						0,00

Celková měrná tepelná ztráta z/do prostor s odlišnou teplotou  $H_{T,ij} = \sum_k A_k \cdot U_k \cdot f_{ij}$  [W/K]

0,00

#### Celková měrná tepelná ztráta prostupem $H_{T,i} = H_{T,ie} + H_{T,iue} + H_{T,ij} + H_{T,ig}$

$\theta_{int,i}$	$\theta_e$	$\theta_{int,i} - \theta_e$	$H_{T,i}$	Návrhová ztráta prostupem $\phi_{T,i}$ [W]
21	-15	36	9,41	338,88

### Tepelná ztráta větráním

Objem místnosti $V_i$ [m <sup>3</sup> ]	Výpočtová ven. teplota $\theta_e$ [°C]	Výpočtová vnitřní tep. $\theta_{int,i}$ [°C]	Hygienické požadavky	
			$n$ (h <sup>-1</sup> )	$V_{min}$ [m <sup>3</sup> /h]
32,66	-15	21	0,5	16,33
Počet nechr. otvorů	$n_{50}$	Činitel zaclonění $e$	Výškový korekční součinitel $\epsilon$	Množství vzduchu infiltrací $V_{inf,i}$ [m <sup>3</sup> /h]
0	4,5	0,03	1	1,96

Výpočet tepelné ztráty větráním

max. z $V_{min,i} \times V_{inf,i}$	$H_{v,i}$	$\theta_{int,i} - \theta_e$	Návrhová tepelná ztráta větráním $\phi_{v,i}$ [W]
16,33	5,55	36	199,88

**Celková ztráta místnosti  $\phi_V$  [W]**

**538,76**

**Celková ztráta všech místnosti  $\phi_V$  [W]**

**6139,96**

## B.2.2 Návrh otopných těles

Navrhuji otopná tělesa desková, RADIK VK

Č. míst.	Účel	Typ	Tlaková ztráta	Č. tělesa	Výška [mm]	Délka [mm]	Objem vody [l]	Ztráta místn. [W]	Výkon tělesa [W]
101	Zádveří	22	3	2	300	500	1,48	257	308
103	Kancelář	11	3	1	400	600	2,7	321	340
104	Chodba	11	3	3	400	1000	2,3	438	566
105	Kuchyň	22	3	4	400	1100	4,84	1952	1067
106	Ob. pokoj	22	3	5	400	1100	4,84		1067
201	Chodba	11	3	6	400	1000	2,3	531	566
202	Ložnice	11	3	7	300	900	1,71	337	395
203	Ložnice	11	3	8	400	800	1,84	415	453
204	Koupelna	Koralux standard	3,1	9	1220	600	4,1	386	423
206	Ložnice	11	3	10	400	1000	2,3	506	566
207	Ložnice	21	3	11	300	1000	3,7	539	596
							<b>32,11</b>	<b>5680</b>	<b>6347</b>

## B.2.1 Dimenzování potrubí a návrh čerpadla

Teplotní rozdíl (70/55)

15 K

Ú. č.	Q (W)	M (Kg/h)	l (m)	DN Dxt	R (Pa/m)	w (m/s)	R*I (Pa)	$\Sigma\xi$	Z (Pa)	$\Delta p_{rv}$ (Pa)	R*I+Z+ $\Delta p_{rv}$ (Pa)	$\Delta p_{DIS}$ (Pa)
Dimenzování základního okruhu										TRV 3		
1	453	26	7,50	16x2,7	26	0,1	195	7,2	36	1200	1431	1431
2	876	50	6,4	16x2,7	26	0,1	166	4,72	23,6	0	190	1621
3	1271	73	3,4	20x3,4	30	0,2	102	4,5	90	0	192	1813
4	1837	105	0,7	20x3,4	62	0,2	43	4,5	90	0	133	1946
5	2999	172	7	25x4,2	51	0,3	357	6,12	275,4	0	632	2579
6	6347	364	12,42	32x5,4	54	0,3	671	14,42	648,9	0	1320	<b>3898</b>

Dimenzování úseku k otopnému tělesu 9												
	423	24	2	16x2,7	26	0,1	52	6,42	32,1	0	84	1431
Návrh přednastavení ventilu k otopnému tělesu 9												
1431	-	84,1	=	1346,9	Pa		stupeň přednastavení		3			

Dimenzování úseku k otopnému tělesu 7												
	395	23	10	16x2,7	26	0,1	260	6,02	30,1	0	290	1621
Návrh přednastavení ventilu k otopnému tělesu 7												
1621	-	290,1	=	1330,9	Pa		stupeň přednastavení		3			

Dimenzování úseku k otopnému tělesu 6												
	395	23	10	16x2,7	26	0,1	260	6,02	30,1	0	290	1813
Návrh přednastavení ventilu k otopnému tělesu 7												
1813	-	290,1	=	1522,9	Pa		stupeň přednastavení		3			

Dimenzování úseku k otopnému tělesu 11													
4a	596	34	8	16x2,7	26	0,1	208	11,24	56,2	0	264	264	
4b	1162	67	7,6	20x3,4	30	0,1	228	4,5	22,5	0	251	1946	
Návrh přednastavení ventilu k otopnému tělesu					11								
1946	-	514,7	=	1431,7 Pa		stupeň přednastavení		4					

Dimenzování úseku k otopnému tělesu 10													
10	596	34	6,8	16x2,7	26	0,1	176,8	7,2	36	0	213	264	
Návrh přednastavení ventilu k otopnému tělesu					7								
264,2	-	212,8	=	51,4 Pa		stupeň přednastavení		6					

Dimenzování úseku k otopnému tělesu 5 (úsek 7)													
7a	1067	61	8	16x2,7	87	0,1	696	3	15	1014,2	1725	1725	
7b	2134	122	7,4	20x3,4	62	0,2	458,8	4,5	90	0	549	2274	
7c	2700	155	2,4	25x4,2	35	0,2	84	4,5	90	0	174	2448	
7d	3348	192	0,8	25x4,2	51	0,2	40,8	4,5	90	0	131	2579	
Návrh přednastavení ventilu k otopnému tělesu					5								
2579	-	1565	=	1014,2 Pa		stupeň přednastavení		4					

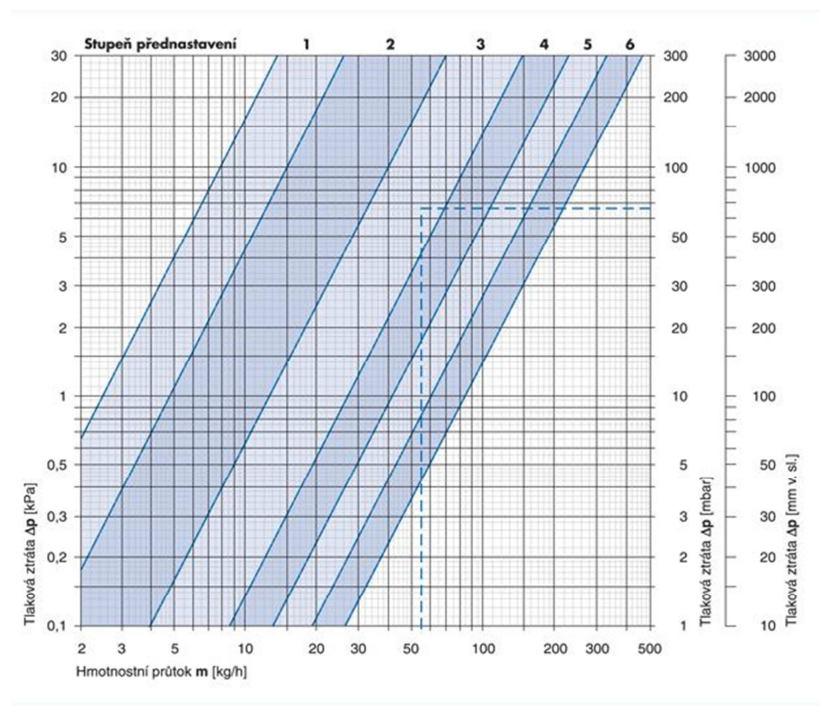
Dimenzování úseku k otopnému tělesu 4													
4	1067	61	2,4	16x2,7	26	0,1	62,4	4,4	22	0	84	1725	
Návrh přednastavení ventilu k otopnému tělesu					7								
1725,2	-	84,4	=	1640,8 Pa		stupeň přednastavení		4					

Dimenzování úseku k otopnému tělesu 3													
3	566	32	3,2	16x2,7	26	0,1	83,2	5,8	29	0	112	2274	
Návrh přednastavení ventilu k otopnému tělesu					7								
2274	-	112,2	=	2161,8 Pa		stupeň přednastavení		3					



Dimenzování úseku k otopnému tělesu 1 (úsek 8)												
8a	340	19	8	16x2,7	26	0,1	208	7,2	36	1973,5	2218	2218
8b	648	37	8	16x2,7	26	0,1	208	4,5	22,5	0	230,5	2448
Návrh přednastavení ventilu k otopnému tělesu						1						
2448	-	475	=	1973,5 Pa		stupeň přednastavení				3		

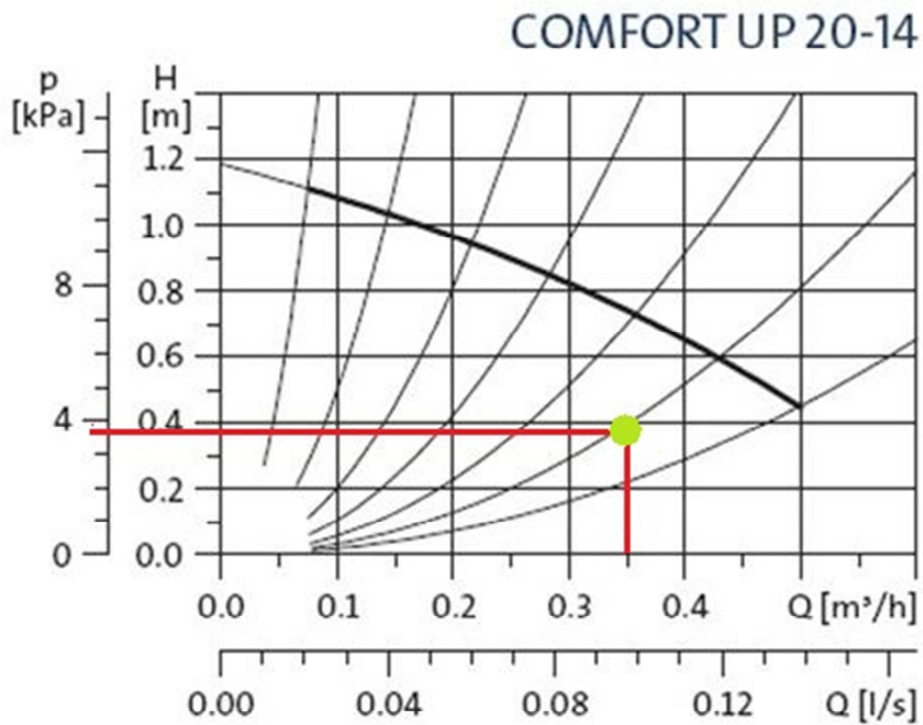
Dimenzování úseku k otopnému tělesu 2												
2	308	18	1,6	16x2,7	26	0,1	41,6	5,8	29	0	71	2274
Návrh přednastavení ventilu k otopnému tělesu						7						
2274	-	70,6	=	2203,4 Pa		stupeň přednastavení				2		



Tab. B-1 : Stupeň přednastavení [9]

### B.2.1.1 Návrh čerpadla

Navrhují čerpadlo GRUNFOS up20-14 s plynulou regulací otáček.



Graf B-7 : Pracovní bod čerpadla [10]

### B.2.2 Potřeba teplé vody

Dům je obýván 4 dospělými osobami

Potřeba TV je  $80\text{l} \cdot 4 = 320\text{l}/\text{den}$

## B.2.3 Návrh kotle na tuhá paliva

Navrhují kotel ATMOS DC18 SP

- **Konstrukce** - je konstruován jako těleso se třemi pod sebou posazenými komorami. Vrchní dvě komory slouží ke zplynování dřeva, tak jak to známe u klasických zplynovacích kotlů, které vyrábíme standardně. Třetí, nejspodnější komora je zepředu osazena požadovaným hořákem a vyložena keramikou pro optimální kvalitu spalování. Spalovací systémy jsou od sebe odděleny vodním pláštěm, navzájem se tak příliš neovlivňují, a tím dosahuje kotel vysoké účinnosti při topení jednotlivými palivy. Odvod spalin do komína je řešen jedním výstupním hrdlem, a proto vystačíme s jedním komínem.
- **Regulace** - Provoz kotle je řízen zcela automaticky na požadovanou výstupní teplotu vody, tak aby byla zajištěna co nejvyšší účinnost kotle a nejlepší kvalita spalování. K tomu slouží: Regulátor tahu HONEYWEL, regulační termostat, spalinový termostat, termostat na čerpadlo, hlavní vypínač a přepínací vypínač provozu kotle

TECHNICKÁ DATA		DC 18SP (L)
Výkon kotle na dřevo	KW	14 - 20
Výkon kotle na pelety	KW	4,5 - 15
Výkon kotle na olej	KW	15 - 20,5
Palivo - dřevo		suché dřevo o vlhkosti 12 - 20 % / výhřevnost 15 - 18 MJ/kg ø 70 - 150 mm
Palivo - pelety		kvalitní dřevěné pelety ø 6 - 8 mm (bílé pelety)
Maximální délka dřeva	mm	330
Spotřeba dřeva za sezonu ø	plnometry	20
Obsah násypky na dřevo	dm <sup>3</sup>	66
Váha kotle	kg	429
Objem vody v kotli	l	78
Typ hořáku na pelety		ATMOS A25
Typ hořáku na extra ETO		libovolný hořák vybavený mechanicky ovládanou vzduchovou klapkou
Zásobník na pelety		EXTERNÍ - 250, 500, 1000 l
Přípojovací napětí	V/Hz	
Příkon kotle při startu na pelety	W	1120
Příkon kotle při provozu	W	120
Třída kotle dle ČSN EN 303-5		4
Dotované kotle v ČR		•

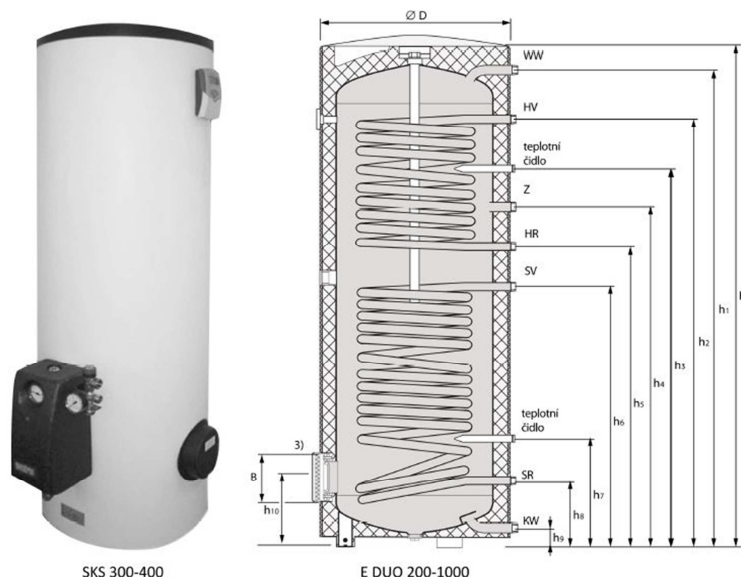
Tab. B-2 : Parametry kotle Atmos DC 18 SP [11]

## B.2.4 Návrh zásobníků otopné a teplé vody

Navrhuji dva zásobníky.

### ZA1: COSMO E DUO 300

Jde o zásobník na užitkovou vodu o objemu 300l. Ta je ohřívána solárním kolektorem nebo v případě potřeby kotlem na pevná paliva nebo plynovým kotlem.



Obr. B-2 : Zásobník COSMO E DUO 300 [8]

Typ ohřivače	E DUO 200	E DUO 300	E DUO 300	SKS 300	E DUO 400	SKS 400	E DUO 500	E DUO 800	E DUO 1000
Jmenovitý objem	litry 192	298	295	295	380	380	470	764	958
Objem topného hadu	litry 4,9	4,6	5,7	5,2	7	7	8,9	9,49	9,49
Objem topného hadu solar	litry 6,4	6,2	10,8	10	12,6	12,6	13,3	19,3	23,64
Průměr	pr. D mm 540	700	600	600	700	700	700	950	950
Výška	H mm 1463	1334	1834	1832	1619	1621	1955	1840	2250
Hmotnost	kg 64	106	106	125	130	155	160	197	240
Topná plocha	horní svazek / m <sup>2</sup> 0,7	0,7	0,8	0,8	1,05	1,05	1,3	1,35	1,35
	dolní svazek / m <sup>2</sup> 0,95	0,95	1,55	1,55	1,8	1,8	1,9	2,8	3,3
Tloušťka izolace	mm 45	50	50	50	50	50	50	80	80
Teplá voda WW	R 3/4"	1	1	1	1	1	1	1 1/4"	1 1/4"
	h1 mm 1370	1226	1725	1725	1523	1853	1887	1887	1905
Studená voda KW	R 3/4"	1	1	1	1	1	1	1 1/4"	1 1/4"
	h9 mm 55	55	90	90	55	55	55	99	103
Cirkulace Z	R 3/4"	3/4	3/4	3/4	3/4	3/4	3/4	3/4"	3/4"
	h4 mm 901	625	1178	1178	1111	1111	1264	1242	1243
Topná voda - napájení HV	R 1	1	1	1	1	1	1	1	1
	h2 mm 1148	1048	1423	1423	1354	1354	1604	1467	1423
Topná voda - návrat HR	R 1	1	1	1	1	1	1	1	1
	h5 mm 788	790	1063	1063	1006	1006	1114	1151	1153
Napájení solar SV	R 1	1	1	1	1	1	1	1	1
	h6 mm 688	715	963	963	908	908	965	830	884
Návrat solar SR	R 1	1	1	1	1	1	1	1	1
	h8 mm 193	220	253	253	220	220	220	288	297
Příruba	h10 mm 248	275	323	323	275	275	275	378	387
	Průměr otvoru B mm 150	DN 110	DN 110	DN 110	DN 110	DN 110	DN 110	225	225
Kryt čidla	pr. vnitř. x délka mm 16 x 200	16 x 200	16 x 200	16 x 200	16 x 200	16 x 200	16 x 200	16 x 200	16 x 200
	h3 mm ústř. top. 1013	920	1288	1288	1223	1223	1409	1332	1333
	h7 mm solar 282	306	403	403	368	368	380	402	411
Příkon	ústř. top. KW 24	26	22	22	12	12	16	33	32
	tKW=10°C, tWW=45°C, tHV=80°C l/h 592	630	531	531	305	305	393	815	780
	solar kW 31	48	38	38	43	43	49	60	76
	l/h 759	1170	939	939	1060	1060	1209	1460	1870
Výkonnostní číslo NL	4,2	9,5	9,5	9,5	15	15	19	31	41
Teplná ztráta	(kWh/24h) 2,3	2,58	2,58	2,58	2,9	2,8	3,2	3,77	4,16

Dovolený tlak: topná voda 10 bar  
užitková voda 10 bar

Dovolená teplota: topná voda 110°C  
užitková voda 95°C

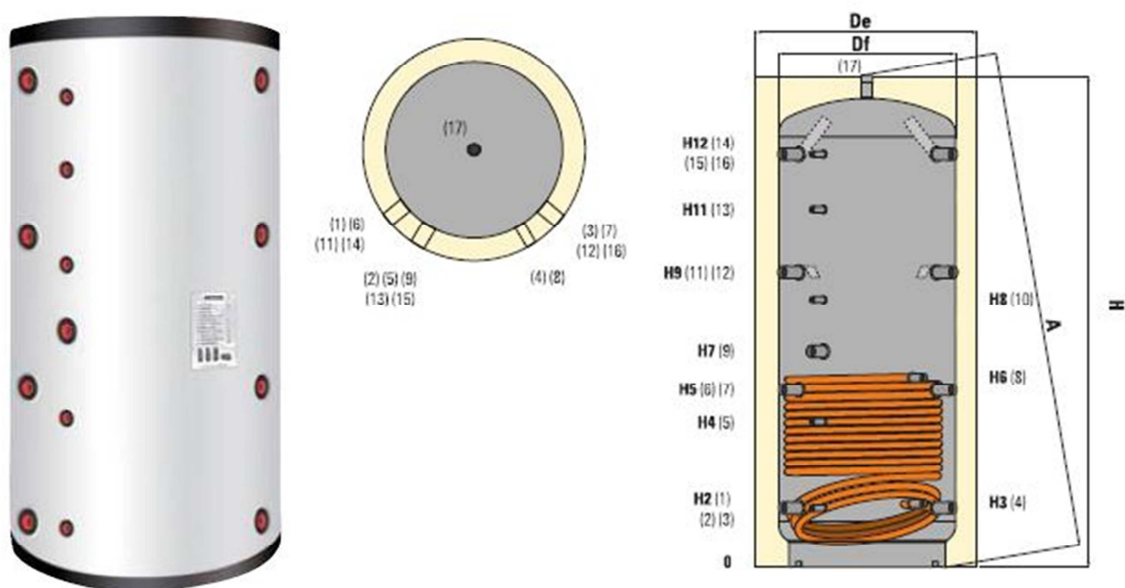
Tab. B-3 : Parametry zásobníku COSMO E DUO 300 [8]

## ZA2: CPUMW 800I

Jedná se o akumulční nádrž, slouží jako zásoba teplého média pro otopný systém a také pro předohřev teplé vody ZA1. Tloušťka izolace je 40 mm.

Objem topného hadu solar : 32l

Délka topného hadu solar : 25,4m



Obr. B-3 : Akumulační nádoba CPUW 800I [8]

Objem	Df	De	H	A	H2	H4	H5	H7	H8	H9	H11	H12
[litry]	[mm]											
200	450	650	1349	1366	218	430	500	576	711	782	871	1064
300	550	750	1390	1413	232	444	514	590	725	796	885	1078
500	650	850	1720	1745	247	533	629	800	941	1011	1167	1393
600	650	850	1920	1945	247	582	695	915	1060	1144	1392	1593
800	790	990	1890	1925	265	584	690	823	988	1115	1332	1541
1000	790	990	2180	2210	265	656	787	1013	1188	1309	1588	1831
1500	950	1150	2300	2345	313	736	845	1061	1286	1377	1653	1909
2000	1100	1300	2370	2430	347	770	879	1060	1300	1411	1687	1943
3000	1250	1450	2882	2940	574	1035	1092	1711	1897	1804	2158	2420
5000	1600	1800	2995	3087	612	1073	1127	1717	1915	1842	2185	2458

Tab. B-4 : Parametry akumulční nádoby CPUE 800I [8]

## B.2.5 Návrh pojistného zařízení

Výpočty použity ze stránek TZB-INFO

### B.2.5.1 Pojistný ventil pro kotel ATMOS

#### Výpočet pojistného ventilu pro kotle a výměníky tepla

Výpočet vychází z ČSN 06 0830 - Tepelné soustavy v budovách - Zabezpečovací zařízení. Výpočet řeší návrh pojistného ventilu a pojistného potrubí jako ochrany proti překročení nejvyššího dovoleného přetlaku. Předpokládá se teplovodní nebo horkovodní otopná soustava.

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 ohřívání vody na mezi odparu při přetlaku  $p_{ot}$

Výpočtové parametry pojistných ventilů: HONEYWELL ▾

jmenovitá světlost DN [mm]	1/2"	3/4"	1"	5/4"	6/4"	2"
nejmenší průtočný průřez $S_o$ [mm <sup>2</sup> ]	201	201	452	572		
výtokový součinitel $\alpha_w$ [-]	0,289	0,449	0,558	0,583		

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

$p_{ot}$  = 250 kPa ... otevírací přetlak pojistného ventilu

$Q_n$  = 20 kW ... jmenovitý výkon zdroje tepla

$S_o$  = 138 mm<sup>2</sup> ... vypočtený minimální průřez sedla pojistného ventilu

SM 120-1/2" ... navržený pojistný ventil

$S_o$  = 201 mm<sup>2</sup> ... skutečný průřez sedla navrženého pojistného ventilu

$d_1$  = 21 mm ... minimální vnitřní průměr vstupního pojistného potrubí

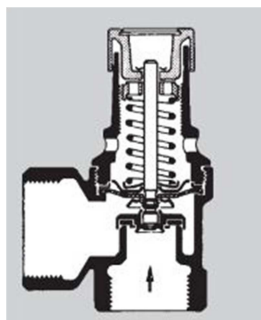
$d_2$  = 21 mm ... minimální vnitřní průměr výstupního pojistného potrubí

**Poznámka:** Na vypočtený vnitřní průměr pojistného potrubí se v případě napojení pohlíží pouze orientačně. Dimenze potrubí musí vyhovovat podmínce, aby tlaková ztráta pojistného potrubí před pojistným ventilem nepřesáhla hodnotu  $0,03 \cdot p_{ot}$  a celková ztráta pojistného potrubí nepřesáhla hodnotu  $0,10 \cdot p_{ot}$ .

Tab. B-5 : Výpočet pojistného ventilu [3]

Navrhuji vstupní a výstupní potrubí měděné 22x1

Navrhuji pojistný ventil Honeywell SM 120-Z : nastavitelný tlak 1,2 – 6 bar



Obr. B-4 : Pojistný ventil Honeywell SM 120-Z [8]

## B.2.5.2 Expanzní nádoba na topnou vodu

Výkon zdroje tepla - pojistný výkon  $Q_p = 20$  kW

Maximální teplota otopné vody  $t_{max} = 80$  °C

Součinitel zvětšení objemu  $n = 0.0286$  ???  
při  $(t_{max} - 10$  °C)

**Zadejte nejnižší z těchto prvků soustavy**

	Konstrukční přetlak $P_{rx}$	Výška nad MR $h_{MR}$
Čerpadlo		
Kotel	600 kPa	-1.5 m
Otopné těleso		
Jiné zařízení		

Konstrukční přetlak soustavy (v MR)  $p_k = 585$  kPa ???

Výška nejvyššího bodu otopné soustavy  $h = 4,7$  m ???

Nejnižší pracovní přetlak soustavy  $p_d = 80$  kPa ???

Nejvyšší pracovní přetlak soustavy  $p_{h,dov} = 250$  kPa ???

**Vodní objem otopné soustavy**

Kotel  $V_k = 78$  l

Potrubí  $V_p = 214$  l ???

Otopná tělesa  $V_{OT} = 156$  l ???

Ostatní zařízení  $V_{ost} = 800$  l

$V = V_k + V_p + V_{OT} + V_{ost} = 1248$  l ???

**Výsledky**

Vypočítaný objem expanzní tlakové nádoby  $V_{et} = 95.5$  l ???

Vnitřní průměr pojistného potrubí  $d_v = 12.68$  mm ???

Nejnižší přetlak soustavy  $p_{d,dov} = 51$  kPa ???

$p_d > p_{d,dov} \Rightarrow$  VYHOVUJE

$p_k > p_{h,dov} \Rightarrow$  VYHOVUJE

PV - pojistný ventil

MR - manometrická rovina; rovina, ke které se vztahují přetlaky v otopné soustavě (většinou ve výšce 1.5 m nad podlahou)

NB - neutrální bod; místo napojení expanzního zařízení (expanzní nádoby)

B - nejvyšší bod soustavy - nejvyšší místo otopné soustavy

Tab. B-6 : Výpočet expanzní nádoby pro topnou soustavu [3]

Navrhuji expanzní nádobu Reflex S 100/10



Obr. B-5 : Expanzní nádoba Reflex S 100/10 [25]

### B.2.5.3 Expanzní nádoba na zásobník teplé vody

Navrhováno v programu ReflexProWin



Projekt: **Bakalářská práce**  
Datum: **29.5.2014** Odborný poradce:  
Strana: **1**

Projekt číslo: **1**

#### Technická data soustavy ohřevu vody

Topný výkon	Qsp	20 kW
Objem soustavy ohřevu vody	Vsp	300 litrů
Max. teplota vody v zásobníku	tww	80 °C
Min. teplota vody v zásobníku	tkw	40 °C
Roztažnost	n	2,1 %
Klídkový tlak (např. za red. ventilem)	pa	4,0 bar (př)
Expanzní nádoba - přetlak plynu	po	3,8 bar (př)
Otevírací tlak PSV	psv	10,0 bar (př)
Špičkový průtok	Vs	0,4 m3/h
Maximální průměr nádoby		500 mm
Maximální stavební výška		1 000 mm

Navrhuji expanzní nádobu Refix DD 18l



## B.2.6 Potřebné množství spalovacího vzduchu pro kotel na pevná paliva

$$V_{Vmin} = 0,5 + 0,242 * Q_N \quad [m^3/kg]$$

$$V_V = V_{Vmin} * n \quad [m^3/kg]$$

$V_{Vmin}$  ..... minimální množství spalovacího vzduchu

$Q_N$  ..... výhřevnost paliva

$V_V$  ..... skutečné množství spalovacího vzduchu

$n$  ..... n-násobek přebytku vzduchu

### Dřevo z listnatých stromů

Obsah vody 20%

Prvkové složení:

$A^d = 0,01$	$A^r = 0,0080$
$(1-A^r-W^r) = 0,792$	$W^r = 0,2000$
$H^{daf} = 0,0615$	$H^r = 0,0487$
$C^{daf} = 0,5$	$C^r = 0,3960$
$N^{daf} = 0,006$	$N^r = 0,0048$
$O^{daf} = 0,4323$	$O^r = 0,3424$
$S^{daf} = 0,0002$	$S^r = 0,0002$
	$\Sigma = 1,0000$
<b>Výhřevnost [ MJ/kg]</b>	<b><math>Q_j = 14,17</math></b>

$V_{vmin} = 3,93$	$m^3/kg$	$n = 2$
$V_V = 7,86$	$m^3/kg$	

### Peletky - typ Prémium

<b>Výhřevnost [ MJ/kg]</b>	<b><math>Q_j = 18,5</math></b>
----------------------------	--------------------------------

$V_{vmin} = 4,98$	$m^3/kg$	$n = 2$
$V_V = 9,95$	$m^3/kg$	

### Návrh větracího otvoru

Potřeba paliva je dle technického listu 3,5 kg/h

Potřeba přiváděného vzduch je 34,84m<sup>3</sup>/h

Objem místnosti	O=	26,565	m <sup>3</sup>
Objem vzduchu	V=	34,84	m <sup>3</sup> /h
Počet výměn vzduchu	n=	1,31	/h

Objem místnosti	V=	0,00968	m <sup>3</sup> /s
Rychlost proudění	v=	1,5	
Plocha otvoru	S=	0,01	m <sup>2</sup>

Navrhují dešťovou žaluzii 200/200 mm

### Návrh větracího potrubí pro odvod vzduchu

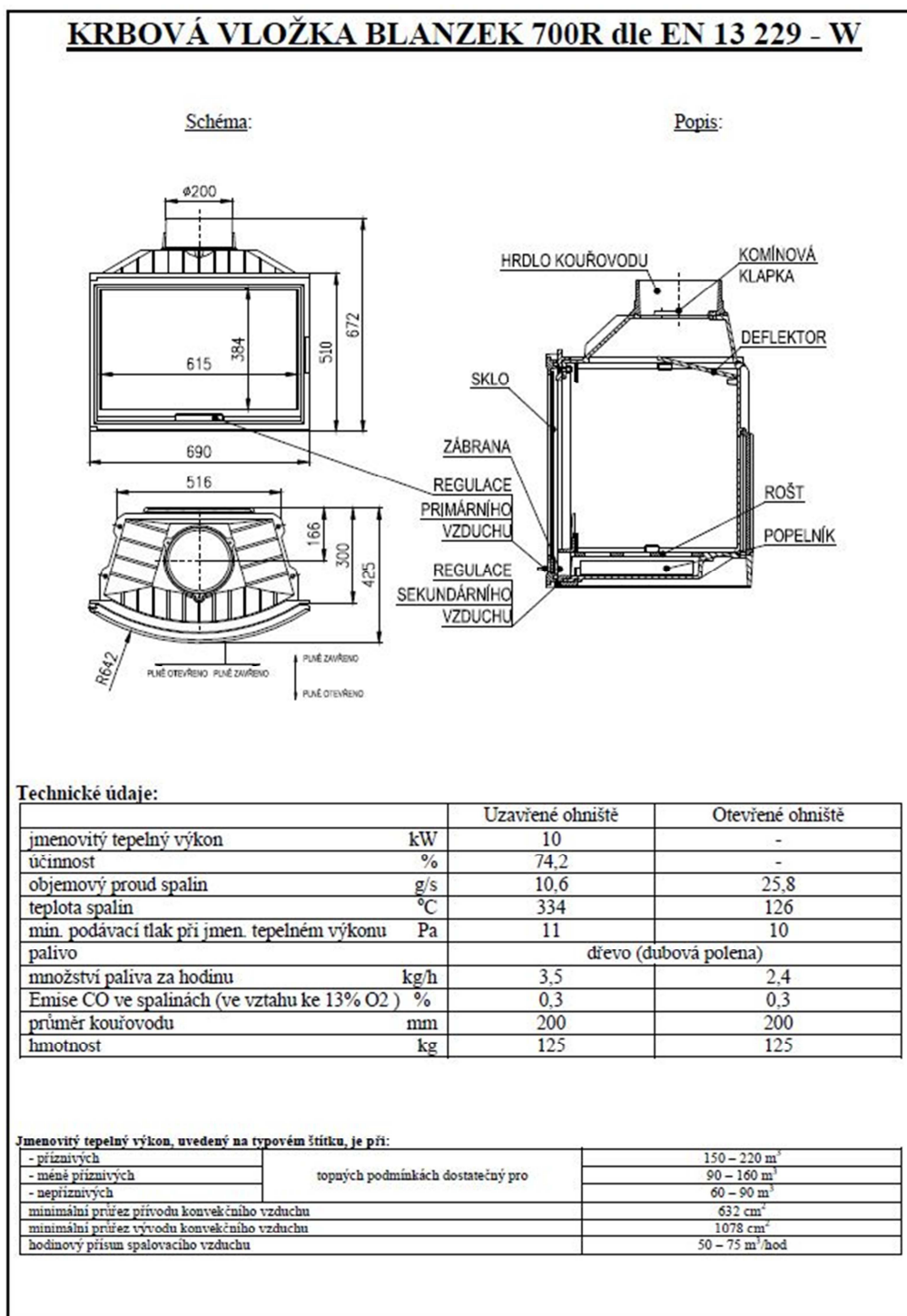
Objem min. výměny vzduchu	V=	0,0037	m <sup>3</sup> /s
Rychlost proudění	v=	1,5	
Plocha otvoru	S=	0,0025	m <sup>2</sup>

Navrhují otvor o průměru 100 mm

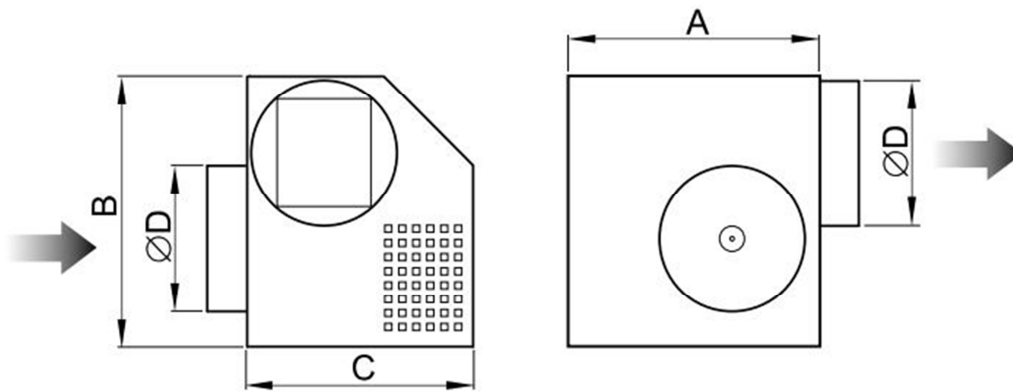
## B.3 Teplovzdušné vytápění krbem

### B.3.1 Krbová vložka s příslušenstvím

Navrhuji panoramaticky tvarovanou vložku Blažek 700R. Má možnost regulace toku spalin pomocí mechanické klapky a regulaci sání vzduchu. Bude opatřena opláštěním z nerezového plechu. Na opláštění bude napojen teplovzdušný ventilátor, který zajistí rozvod teplého vzduchu do místností v 2NP pomocí vedení Aluflex s izolací. Jako koncové elementy jsem zvolila nastavitelné talířové výústky.



Obr. B-6 : Krbová vložka [7]

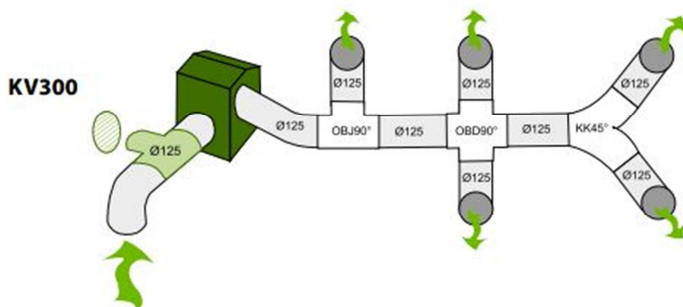


Typ	Rozměry [mm]				Hmotnost [kg]
	A	B	C	ØD	
KV300	200	215	190	125	4
KV500	250	275	220	160	6

Typ	Průtok ve výústce* [m <sup>3</sup> /h]	Napájení [V/Hz]	Příkon [W]	Hluk L <sub>p</sub> ve 3 m [dB(A)]	Max. délka potrubí [m]	Počet místností	Vhodné pro více pater
KV300	50 až 70	230/50	43	38	25	3 až 5	ano
KV500	50 až 70	230/50	77	39	35	5 až 7	ano

\* Průměrný průtok vzduchu podle počtu vyústek.

## Dimenzování potrubí



Tab. B-7 : Parametry Ventilátoru a schéma doporučeného dimenzování potrubí [7]



Obr. B-7 : Ventilátor KV300 a koncový element [7]

### B.3.2 Potřebné množství spalovacího vzduchu pro krb

$$V_{Vmin} = 0,5 + 0,242 * Q_N \quad [m^3/kg]$$

$$V_V = V_{Vmin} * n \quad [m^3/kg]$$

$V_{Vmin}$  ..... minimální množství spalovacího vzduchu

$Q_N$  ..... výhřevnost paliva

$V_V$  ..... skutečné množství spalovacího vzduchu

$n$  ..... n-násobek přebytku vzduchu

#### Dřevo z listnatých stromů

##### Obsah vody 20%

Prvkové složení:

$A^d = 0,01$	$A^r = 0,0080$
$(1-A^r-W^r) = 0,792$	$W^r = 0,2000$
$H^{daf} = 0,0615$	$H^r = 0,0487$
$C^{daf} = 0,5$	$C^r = 0,3960$
$N^{daf} = 0,006$	$N^r = 0,0048$
$O^{daf} = 0,4323$	$O^r = 0,3424$
$S^{daf} = 0,0002$	$S^r = 0,0002$
	$\Sigma = 1,0000$
<b>Výhřevnost [ MJ/kg]</b>	<b><math>Q_j = 14,17</math></b>

$V_{vmin} = 3,93$ m3/kg	$n = 1,5$
$V_V = 5,89$ m3/kg	

#### Návrh větracího otvoru

Potřeba paliva je dle technického listu 3,5 kg/h

Objem místnosti	$O = 83,75$ m <sup>3</sup>
Objem potřebného vzduchu	$V = 20,63$ m <sup>3</sup> /h
Počet výměn vzduchu	$n = 0,25$ /h

Je menší než požadované 0,5

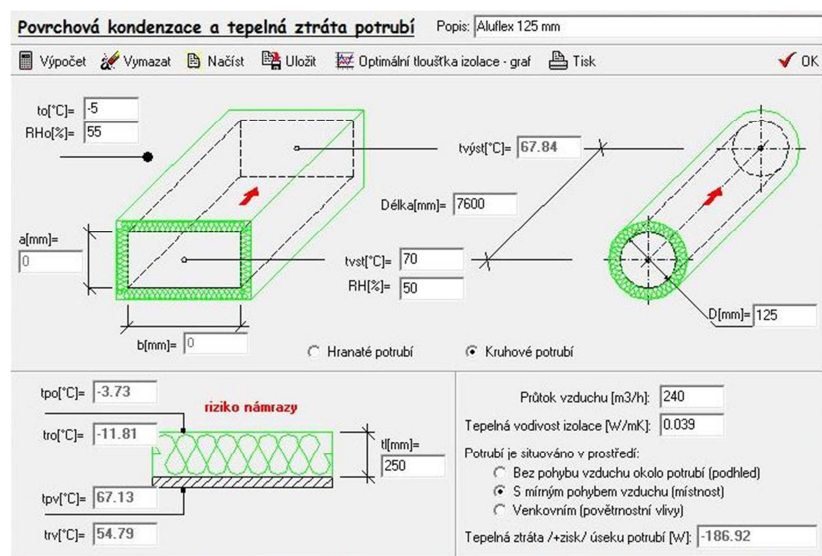
Objem místnosti	$V = 0,01$ m <sup>3</sup> /s
Rychlost proudění	$v = 1,50$
Plocha otvoru	$S = 0,004$ m <sup>2</sup>

Navrhuji otvor na fasádu o průměru 100mm opatřen dešťovou žaluzi

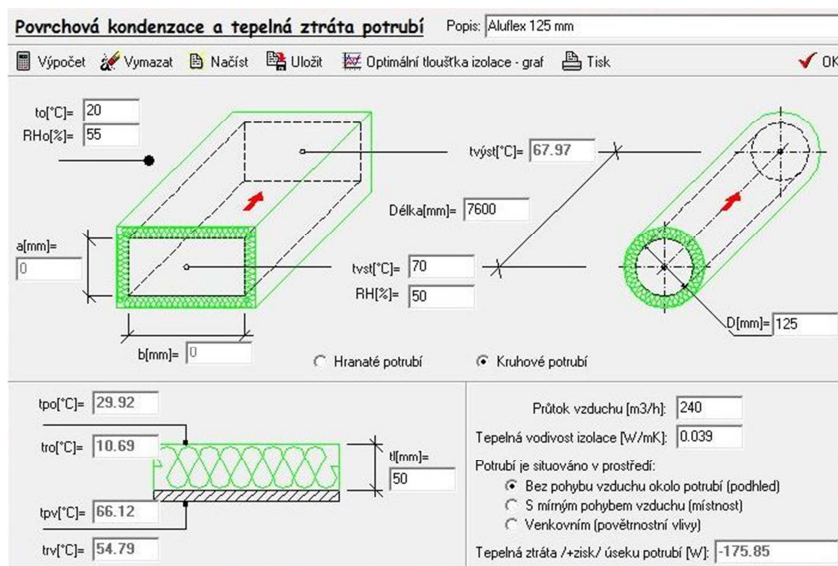
### B.3.3 Návrh izolace na teplovzdušném rozvodu

Potrubí povedeme podhledem v interiéru, vedení půdním prostorem jsem zavrhlá z důvodu rizika námrazy.

Navrhuji izolaci tl. 50mm z minerální vlny. Návrh byl proveden v programu TERUNA.



Tab. B-8 : Výpočet povrchové kondenzace – vedeno půdním prostorem



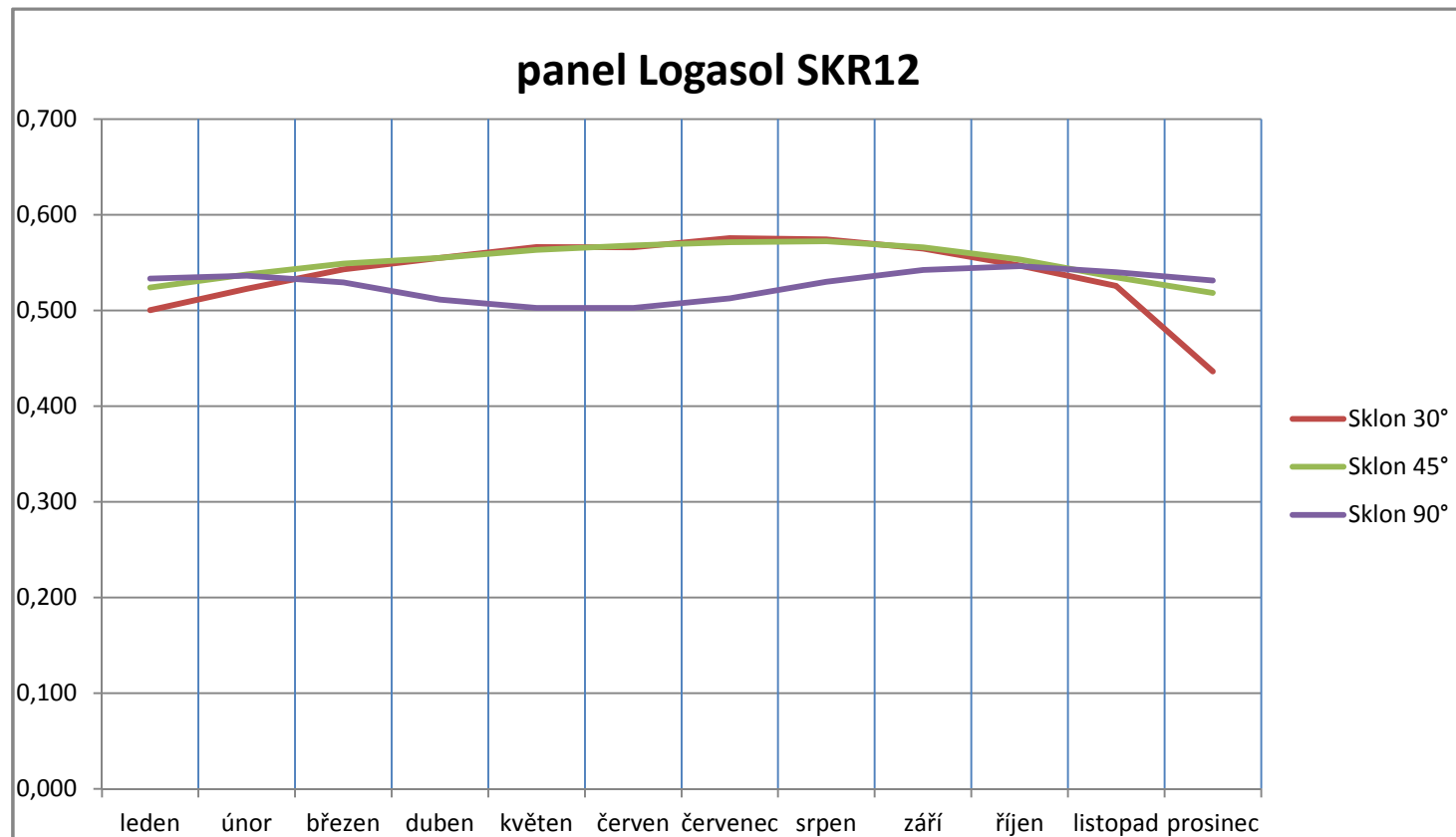
Tab. B-9 : Výpočet povrchové kondenzace – vedeno podhledem

## B.4 Termický solární systém

### B.4.1 Potřebná plocha kolektorů

#### Dimenzování solárních panelů Logasol SKR12

	Leden	Únor	Březen	Duben	Květen	Červen	Červenec	Srpen	Září	Říjen	Listopad	Prosinec
Střední teplota v průb. Měsíce	-1,3	-0,1	3,7	8,1	13,3	16,1	18	17,9	13,5	8,3	3,2	0,5
intenzita pro úhel 30° [w/m <sup>2</sup> ]	451	520	574	588	592	546	589	580	575	537	496	300
intenzita pod úhlem 45° [w/m <sup>2</sup> ]	539	593	611	588	570	559	554	565	586	575	537	496
intenzita pro úhel 90° [w/m <sup>2</sup> ]	585	586	506	395	325	301	307	355	449	533	564	553
<b>Logasol SKR12</b>	Účinnost											
Sklon 30°	0,501	0,523	0,543	0,555	0,566	0,566	0,576	0,574	0,565	0,547	0,526	0,436
Sklon 45°	0,524	0,538	0,549	0,555	0,564	0,568	0,571	0,573	0,566	0,553	0,535	0,518
Sklon 90°	0,533	0,536	0,529	0,511	0,503	0,503	0,513	0,530	0,542	0,546	0,540	0,531
tm=	60	°C										
	<b>η0</b>	<b>a1</b>	<b>a2</b>	<b>A1k</b>								
Vlastnosti panelů	0,644	0,749	0,005	2,570								



Graf B-8 : Výkon panelu Logasol SKR12 v závislosti sklonu

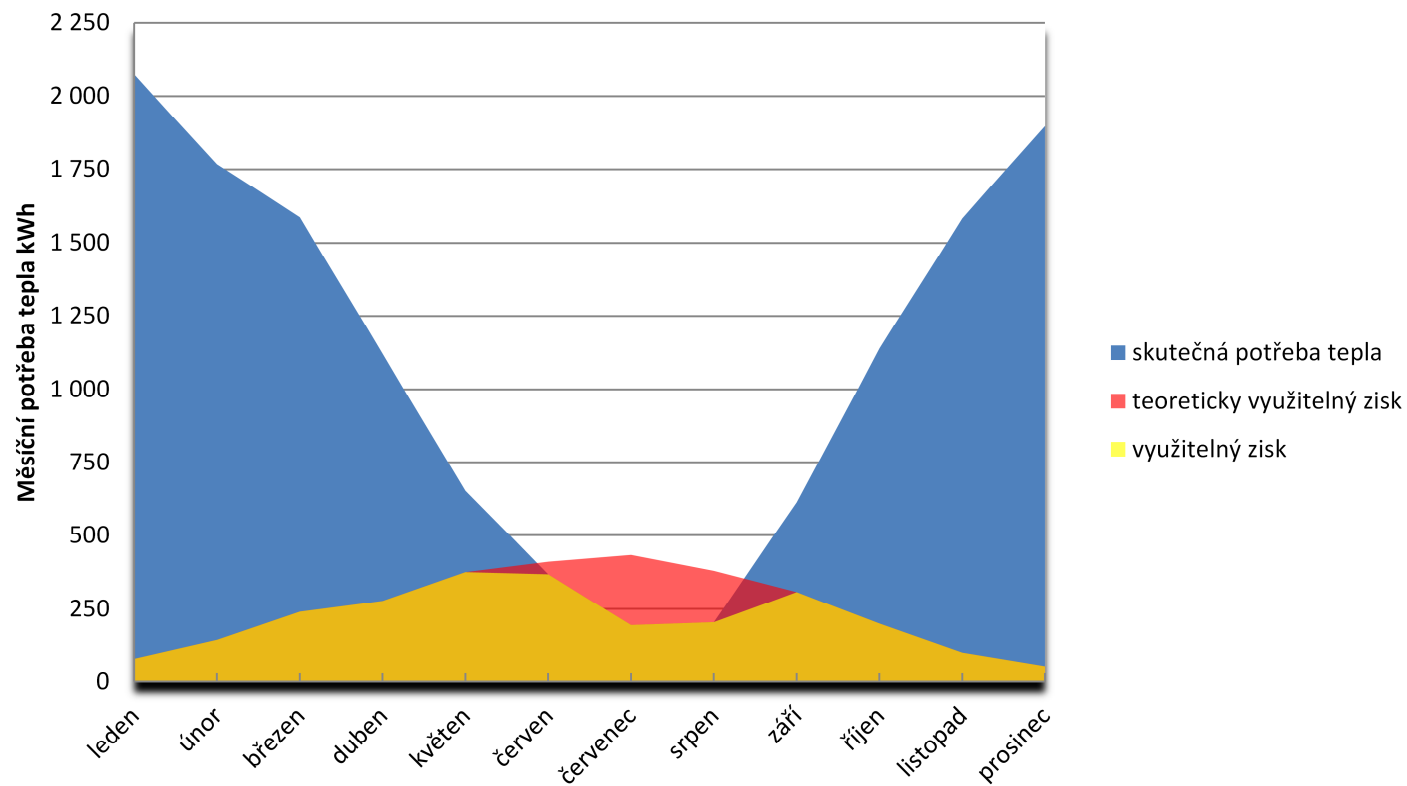
$Q_{ztráta} =$	5,58	kW
$Q_{TVden} =$	0,0232	kWh/den
$t_{ipm} =$	20	°C
$t_{ip} =$	20	°C
$t_e =$	-12	°C
$t_{studená} =$	12	°C
$t_{ohřátá} =$	60	°C



## Zvolili jsme variantu se sklonem 45°

	leden	únor	březen	duben	květen	červen	červenec	srpen	září	říjen	listopad	prosinec	celkem
<b>počet dní</b>	31	28	31	30	31	30	31	31	30	31	30	31	
<b>venkovní teplota <math>t_{epm}</math></b>	-1,3	-0,1	3,7	8,1	13,3	16,1	18	17,9	13,5	8,3	3,2	0,5	
<b><math>Q_{TVden}</math> [kWh/den]</b>	0,0232	0,0232	0,0232	0,0232	0,0232	0,0232	0,0232	0,0232	0,0232	0,0232	0,0232	0,0232	
<b><math>Q_{vytden}</math> [kWh/den]</b>	66,86	63,09	51,16	37,35	21,03	12,24	6,28	6,59	20,40	36,72	52,73	61,21	
<b><math>Q_{TVmėsic}</math> [kWh/mėsic]</b>	0,719	0,649	0,719	0,696	0,719	0,696	0,719	0,719	0,696	0,719	0,696	0,719	
<b><math>Q_{vytmėsic}</math> [kWh/mėsic]</b>	2072,52	1766,49	1586,01	1120,53	651,92	367,23	194,60	204,33	612,06	1138,42	1581,93	1897,37	
<b>Mėsíční potř. tepla [kWh/mės.]</b>	2073,24	1767,14	1586,73	1121,23	652,64	367,93	195,32	205,05	612,75	1139,14	1582,63	1898,09	13201,9
<b><math>H_{t,den\ teor}</math> [kWh/m<sup>2</sup>]</b>	4,54	5,81	7,17	7,99	8,68	8,98	8,76	8,04	7,28	6,04	4,76	3,94	
<b><math>\tau_r</math></b>	0,18	0,31	0,38	0,39	0,48	0,53	0,56	0,53	0,5	0,37	0,23	0,12	
<b><math>H_{t,den,dif\ 45^\circ\ sklon}</math> [kWh/m<sup>2</sup>]</b>	0,37	0,56	0,8	1,12	1,39	1,54	1,51	1,29	0,97	0,67	0,44	0,34	
<b><math>H_{t,den}</math> [kWh/m<sup>2</sup>]</b>	1,1206	2,1875	3,2206	3,7993	4,8892	5,4832	5,57	4,8675	4,125	2,6569	1,4336	0,772	
<b>Účinnost <math>\eta_k</math></b>	0,524	0,538	0,549	0,555	0,564	0,568	0,571	0,573	0,566	0,553	0,535	0,518	
<b>Denní měrný tepelný zisk <math>q_k</math></b>	0,587	1,176	1,768	2,109	2,755	3,114	3,182	2,787	2,335	1,470	0,767	0,400	
<b><math>A_k</math></b>	136,685	64,396	34,736	21,270	9,170	4,726	2,376	2,848	10,496	29,990	82,579	183,570	
<b>počet kolektorů <math>P_k</math></b>	53,185	25,057	13,516	8,276	3,568	1,839	0,925	1,108	4,084	11,669	32,132	71,428	
<b>Skutečná aperturní pl. 2 kolektory</b>	5,14	5,14	5,14	5,14	5,14	5,14	5,14	5,14	5,14	5,14	5,14	5,14	
<b>Velikost zásobníku [m<sup>3</sup>]</b>	1,56												
<b>Teoreticky využ. Zisk [kWh/mėsic]</b>	80,0	144,7	240,9	278,0	375,3	410,6	433,5	379,6	307,9	200,3	101,1	54,5	
<b>využitelný zisk [kWh/mėsic]</b>	80,0	144,7	240,9	278,0	375,3	367,9	195,3	205,1	307,9	200,3	101,1	54,5	2551,0
<b>solární pokrytí za rok v %</b>	<b>19,323</b>												

### Celkové pokrytí potřeby tepla - úhel 45°

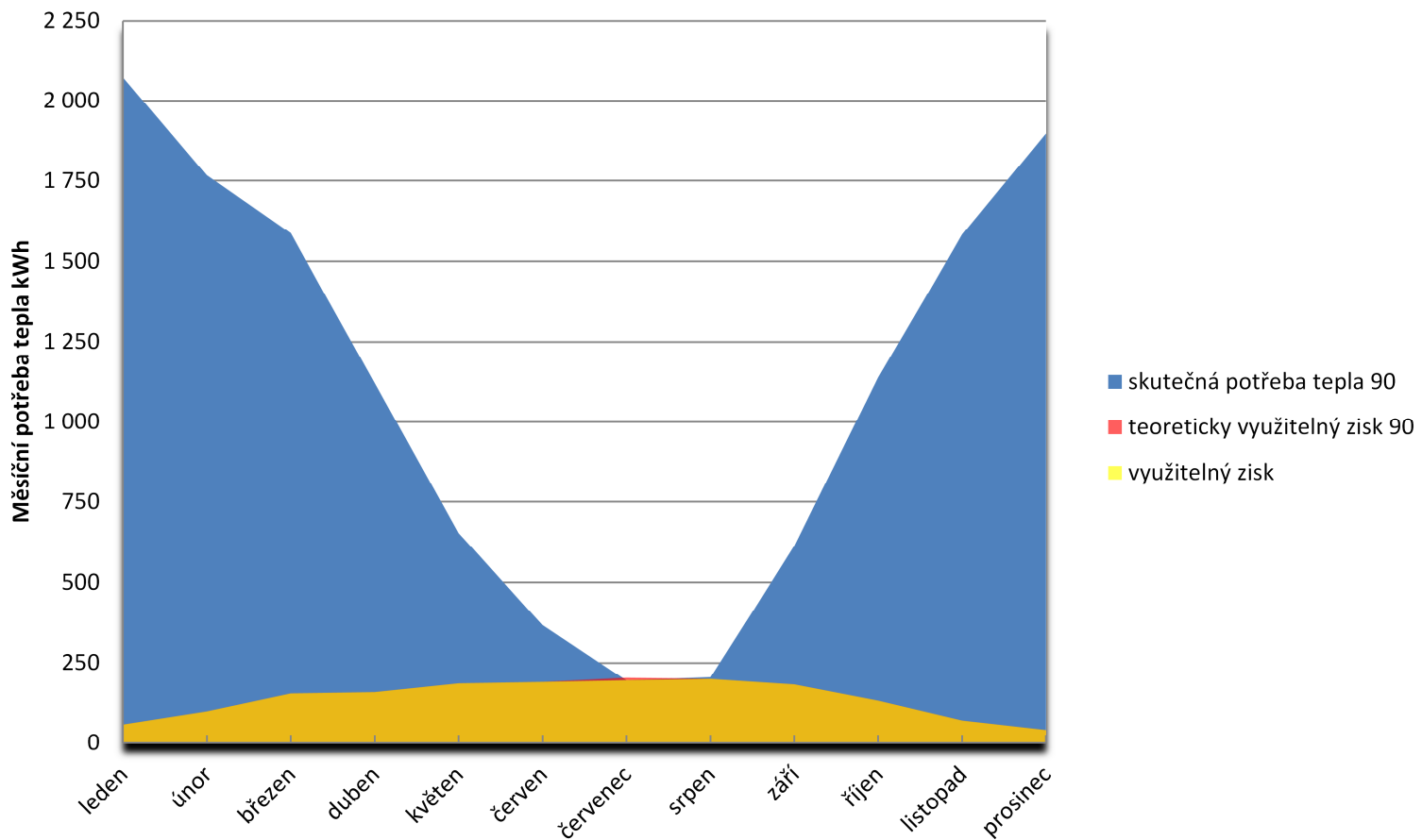


Graf B-9 : Celkové pokrytí potřeby tepla při úhlu 45°

## Varianta se sklonem 90°

	leden	únor	březen	duben	květen	červen	červenec	srpen	září	říjen	listopad	prosinec	celkem
počet dní	31	28	31	30	31	30	31	31	30	31	30	31	
venkovní teplota $t_{epm}$	-1,3	-0,1	3,7	8,1	13,3	16,1	18	17,9	13,5	8,3	3,2	0,5	
$Q_{TVden}$ [kWh/den]	0,0232	0,0232	0,0232	0,0232	0,0232	0,0232	0,0232	0,0232	0,0232	0,0232	0,0232	0,0232	
$Q_{vyt}$ den [kWh/den]	66,86	63,09	51,16	37,35	21,03	12,24	6,28	6,59	20,40	36,72	52,73	61,21	
$Q_{TVm}$ ěsíc [kWh/měsíc]	0,719	0,649	0,719	0,696	0,719	0,696	0,719	0,719	0,696	0,719	0,696	0,719	
$Q_{vyt}$ měsíc [kWh/měsíc]	2072,52	1766,49	1586,01	1120,53	651,92	367,23	194,60	204,33	612,06	1138,42	1581,93	1897,37	
Měsíční potřeba tepla [kWh/měsíc]	2073,24	1767,14	1586,73	1121,23	652,64	367,93	195,32	205,05	612,75	1139,14	1582,63	1898,09	13201,9
$H_{t,den}$ teor [kWh/m <sup>2</sup> ]	2,79	3,62	4,26	4,19	4,06	3,99	3,97	4,04	4,11	3,65	2,86	2,38	
$\tau_r$	0,18	0,31	0,38	0,39	0,48	0,53	0,56	0,53	0,5	0,37	0,23	0,12	
$H_{t,den,dif}$ 90° sklon [kWh/m <sup>2</sup> ]	0,36	0,54	0,84	1,17	1,46	1,6	1,56	1,32	0,99	0,67	0,43	0,32	
$H_{t,den}$ [kWh/m <sup>2</sup> ]	0,7974	1,4948	2,1396	2,3478	2,708	2,8667	2,9096	2,7616	2,55	1,7726	0,9889	0,5672	
Účinnost $\eta_k$	0,533	0,536	0,529	0,511	0,503	0,503	0,513	0,530	0,542	0,546	0,540	0,531	
Denní měrný tepelný zisk $q_k$	0,425	0,802	1,133	1,201	1,362	1,441	1,492	1,464	1,383	0,968	0,534	0,301	
$A_k$	188,686	94,461	54,232	37,347	18,554	10,212	5,067	5,421	17,722	45,538	118,555	243,769	
počet kolektorů $P_k$	73,419	36,755	21,102	14,532	7,219	3,973	1,972	2,109	6,896	17,719	46,130	94,852	
Skutečná aperturní pl. 2 kolektory	5,14	5,14	5,14	5,14	5,14	5,14	5,14	5,14	5,14	5,14	5,14	5,14	
Velikost zásobníku [m <sup>3</sup> ]	1,56												
Teoreticky využ. Zisk [kWh/měsíc]	57,9	98,7	154,3	158,3	185,5	190,0	203,3	199,5	182,3	131,9	70,4	41,1	
využitelný zisk [kWh/měsíc]	57,9	98,7	154,3	158,3	185,5	190,0	195,3	199,5	182,3	131,9	70,4	41,1	1665,3
solární pokrytí za rok v %	<b>12,614</b>												

### Celkové pokrytí potřeby tepla - úhel 90%



Graf B-10 : Celkové pokrytí potřeby tepla při úhlu 90°



			SKR6.1R CPC	SKR12.1R CPC
Vnější plocha (plocha brutto)		m <sup>2</sup>	1,46	2,90
Plocha apertury (plocha vstupu světla)		m <sup>2</sup>	1,28	2,57
Obsah absorberu		l	1,19	2,36
Selektivita	absorpce	-		> 0,95
	emise	-		< 0,05
Hmotnost		kg	24	44
Optická účinnost		%		64,4
Lineární součinitel tepelné ztráty	a <sub>1</sub>	W/ (m <sup>2</sup> .K)		0,749
Kvadratický součinitel tepelné ztráty	a <sub>2</sub>	W/ (m <sup>2</sup> .K <sup>2</sup> )		0,005
Tepelná kapacita	C	kJ/ (m <sup>2</sup> .K)		9,180
Stagnační teplota		°C		301
Max. provozní přetlak (zkušební tlak)		bar		10
Požadavek na zisk kolektoru		kWh/ (m <sup>2</sup> .a)		525 <sup>1)</sup>
Požadavek RAL- UZ73 (Modrý anděl)			Kritéria jsou splněna	
DIN registrační číslo (solar keymark)			011-7S1502R	

1) Výkaz minimálního solárního zisku dle DIN 4757 při podílu krytí 40 % a denní spotřebě 200 l

Tab. B-10 : Parametry solárního panelu Logasol SKR12 [4]

### Kapalina Solarfluid LS

Solární kapalina vhodná pro vakuové trubkové kolektory (možné použít i pro deskové kolektory)

Protimrazová, protikorozní a protiparní ochrana

Zdravotně nezávadné (možné použití v potravinářské oblasti)

Směs glykol-voda 43:57

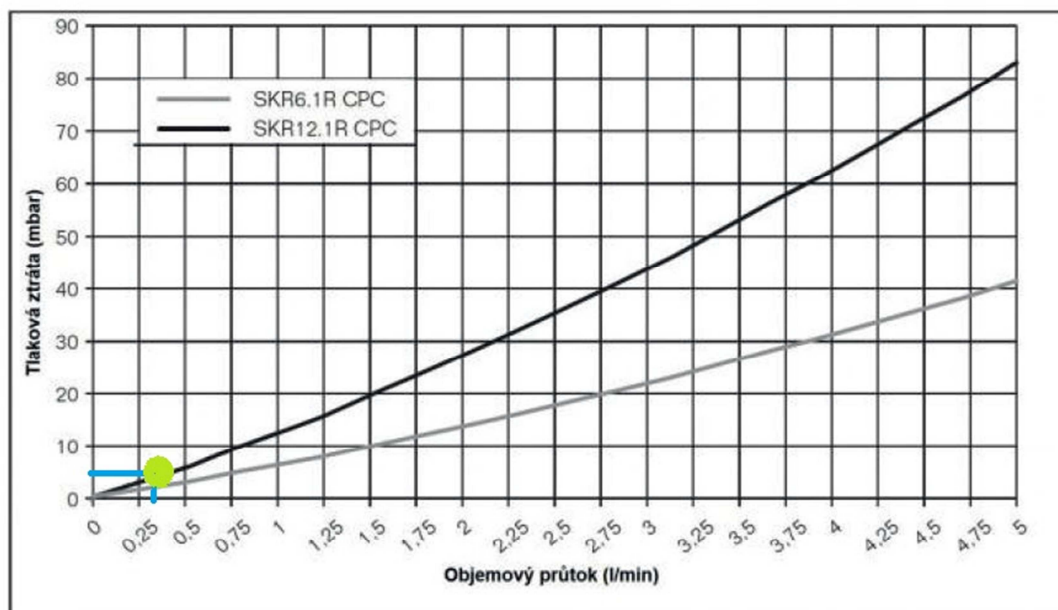
## B.4.2 Tlaková ztráta potrubí a návrh čerpadla

Volím nízký průtok  $20\text{ l/hm}^2$  a to z důvodu použití stratifikačního zásobníku. Potrubí měděné, pájené na tvrdo. Doporučená dimenze potrubí 15x1

Počet kolektorů/ trubek		jednoduchá délka měděného potrubí			
		až 6 m	až 15 m	až 20 m	až 25 m
Logasol SKN 4.0	až 5	Twin Tube 15 (DN 12) 2 x 15 x 0,8	Twin Tube 15 (DN 12) 2 x 15 x 0,8	Twin Tube DN 20 <sup>1)</sup> Ø 18 mm (DN 15)	Ø 22 mm (DN 20)
	až 10	Ø 18 mm (DN 15) Twin Tube DN 20 <sup>1)</sup>	Ø 22 mm (DN 20)	Ø 28 mm (DN 25)	Ø 28 mm (DN 25)
	až 15	Ø 22 mm (DN 20)	Ø 28 mm (DN 25)	Ø 28 mm (DN 25)	Ø 28 mm (DN 25)
	až 20	Ø 28 mm (DN 25)	Ø 28 mm (DN 25)	Ø 28 mm (DN 25)	Ø 35 mm (DN 32)
Logasol SKR	až 30		Twin Tube 15 (DN 12) 2 x 15 x 0,8		
	až 48		Ø 18 mm (DN 15) Twin Tube DN 20 <sup>1)</sup>		

<sup>1)</sup> Vlnitá trubka z ušlechtilé oceli Twin-Tube DN 20 odpovídá měděné trubce Ø 18 mm jako početní hodnotě. Pro spojování měděných trubek by měly být pro pájení použity tvrdé pájky.

Tab. B-11 : Doporučené dimenze potrubí solárního okruhu [4]



Obr. B-8 Tlaková ztráta kolektoru [4]

Úsek	Průtok [ $\text{l/hm}^2$ ]	Dxt	R [Pa/m]	v [m/s]	Délka [m]	Ztráta třením [Pa]	Ztráta vřazenými odpory [Pa]	Ztráta kolektorů, regulačních armatur.. [Pa]	Celkem [Pa]
1	20	15x1	20	0,1	50,8	1016	304,8	3530	4850,8

### B.4.3 Návrh pojistného zařízení

#### B.4.3.1 Návrh expanzní nádoby

$$V_{EN} = (V_s + V * \beta + V_k) * \frac{p_e + 100}{p_e - p_o}$$

Objem teplotosné látky v exp. za studena	V <sub>s</sub> =	0,002	[m <sup>3</sup> ]
Objem potrubí, výměníku	V=	0,064	[m <sup>3</sup> ]
Objem v kolektorech	V <sub>k</sub> =	0,005	[m <sup>3</sup> ]
Tlak otevření pojistného ventilu	p <sub>e</sub> =	540000	[Pa]
Plnicí tlak expanzní nádrže	p <sub>o</sub> =	93815	[Pa]
Výška od neutrálního bodu	h <sub>s</sub> =	7,450	[m]
Součinitel objemové roztažnosti	β=	0,080	[-]
Objem navrhované ex. Nádrže	V <sub>EN</sub> =	0,017	[m <sup>3</sup> ]

Navrhuji expanzní nádobu Reflex S 18l

#### B.4.3.2 Návrh předřadné nádoby

$$V_{pn} \geq V_{kol.tr} - V_{tr}$$

Objem kolektorů a trubek nad spodní hranou kolektorů	V <sub>kol,tr</sub> =	0,024	[m <sup>3</sup> ]
Objem potrubí pod spodní hranou kolektorů až po stanici	V <sub>tr</sub> =	0,017	[m <sup>3</sup> ]
Objem předřadné nádoby	V <sub>pn</sub> =	0,008	[m <sup>3</sup> ]

Navrhuji předřadnou nádobu Reflex S 12l

Pojistný ventil je součástí solární stanice

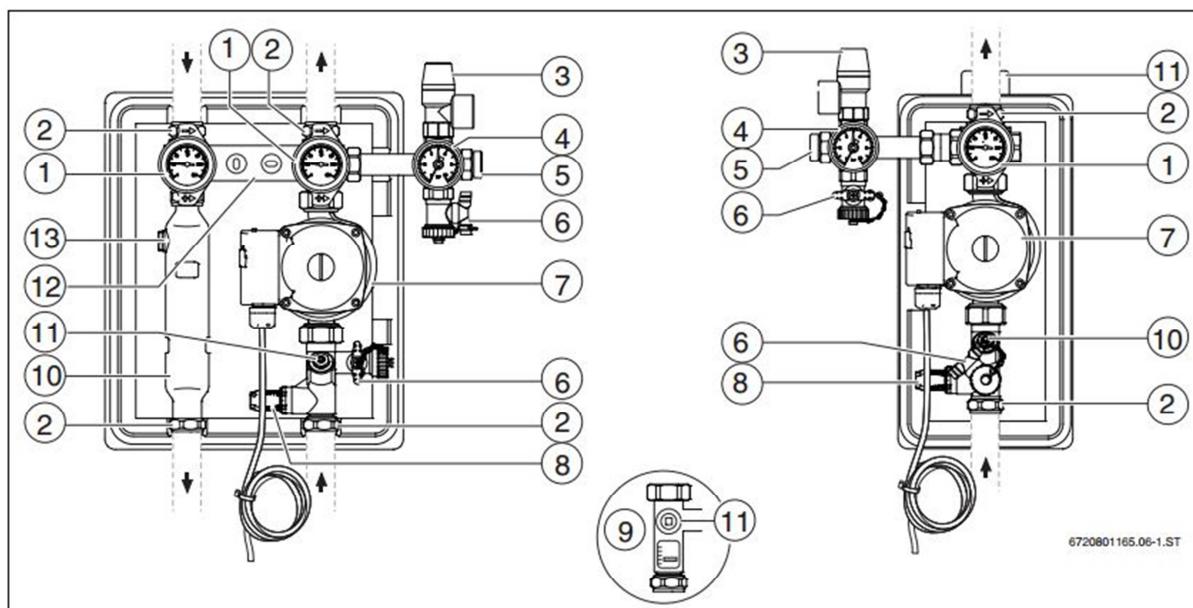
## B.4.4 Návrh dalších částí solárního systému

### B.4.4.1 Návrh solární stanice

Navrhují kompletní solární stanici Logasol SK0150. Je vhodná pro 1 až 2 spotřebiče v závislosti na použité regulaci. Pro kombinaci s funkčními moduly nebo autarktními solárními regulátory SC.

Čerpadlo Solar 15-40, pojistný ventil 6 bar

Integrovaný odlučovač vzduchu a přípojka pro plnicí stanici



Obr. 2 1- a 2proudá solární stanice bez předního izolačního dílu a bez integrovaného regulátoru a modulů

- |  |   |
|--|---|
| [1] Kulový kohout s teploměrem (červená = výstup <sup>1)</sup> , modrá = zpátečka) a integrovanou klapkou samotiže (poloha 0° = provozní pohotovost, 45° = ruční otevření) | [6] Plnicí a vypouštěcí kohout  |
| [2] Šroubení svěrného kroužku  | [7] Solární čerpadlo (se síťovým kabelem) nebo vysoce úsporné čerpadlo (se síťovým kabelem a kabelem čidla) |
| [3] Pojistný ventil  | [8] Omezovač průtoku, provedení A   |
| [4] Tlakoměr   | [9] Omezovač průtoku, provedení B   |
| [5] Připojení expanzní nádoby  | [10] Odlučovač vzduchu <sup>1)</sup>  |
|  | [11] Regulační/uzavírací ventil   |
|  | [12] Držák pro upevnění na stěnu  |
|  | [13] Odvzdušnění <sup>1)</sup>  |

1) Neplatí pro 1proudé solární stanice

Obr. B-9 : Schéma solární stanice Logasol SK0150 [4]



Obr. B-10 Solární stanice Logasol SK0150 [4]



#### B.4.4.2 Záchytné a doplňovací zařízení solární kapaliny

Úkap z pojistného ventilu je nutné zachytit do plastové nádoby. Dále je nutná možnost kapalinu do systému opět přidat, abychom dosáhli patřičného provozního tlaku v soustavě. K tomuto účelu jsem navrhla doplňovací pumpu solárního systému Alter-Eko. Po připojení manometru může pracovat bezobslužně.



Obr. B-11 : Doplňovací pumpa Alter-Eko [12]

#### B.4.4.3 Izolace potrubí

Navrhuji izolaci FIROFLEX EH 19/15 tl. 19mm, odolná teplotám do 150 °C. V exteriéru s odolností proti UV záření a navrhuji opatřit hliníkovou fólií zabraňující mechanickému poškození izolace.



Obr. B-12 Izolace FIROFLEX [13]

# C. TECHNICKÁ ZPRÁVA

## ÚVOD

Předmětem této jednostupňové PD pro povolení a realizace stavby je návrh koncepce vytápění a přípravy užitkové vody tak, aby byly zajištěny předepsané hodnoty hygienických výměn vzduchu a pohody prostředí podle požadavků investora.

### C.1 Podklady pro zpracování

Podkladem pro zpracování této PD byly aktuální výkresy jednotlivých půdorysů a řezů stavební části, příslušné zákony a prováděcí vyhlášky, České technické normy a podklady výrobců použitých zařízení, zejména:

- Nařízení vlády č. 361/2007 Sb., Změna: 9/2013 Sb. kterým se stanoví podmínky ochrany zdraví při práci
- Nařízení vlády č.148/2006 Sb. o ochraně zdraví před nepříznivými účinky hluku a vibrací
- Vyhláška č.6/2003 Sb., kterou se stanoví hygienické limity chemických, fyzikálních a biologických ukazatelů pro vnitřní prostředí obytných místností některých staveb
- ČSN 73 0548 - Výpočet tepelné zátěže klimatizovaných prostorů (1986)
- ČSN 73 0802 - Požární bezpečnost staveb (1977)
- ČSN 73 0872 - Ochrana staveb proti šíření požáru vzduchotechnickým zařízení (1979)
- ČSN 73 0540-3 Tepelná ochrana budov – část 3: Návrhové hodnoty veličin

#### Výpočtové hodnoty klimatických poměrů

místo : Blatnice pod Sv. Antonínkem

nadmořská výška : 220m n m

normální tlak vzduchu : 98,3 kPa

výpočtová teplota vzduchu : léto :+ 30°C, zima - 12°C

## C.2 Základní koncepční řešení

Na základě požadavků investora je uvažováno s přípravou TUV pomocí solárního systému Buderus a otopné vody kotlem na tuhá paliva Atmos se solárním předohřevem v případě teplotních přebytků. Jelikož se jedná o rekonstrukci stávajícího objektu, zůstal ponechán stávající kondenzační kotel Buderus, jenž plní funkci záložního zdroje.

Dále se v objektu nachází krb, který plní primárně estetickou funkci a vytváří pocit pohody. Abychom docílili co největšího využití zdrojů, je tento krb opatřen ventilátorem a horkovzdušným rozvodem. Otopná soustava předává v místnostech teplo pomocí nástěnných otopných těles RADIK.

Dále je zde zajištěna regulace pomocí systému Siemens.

Zajištěno hygienické větrání.

### C.2.1 Energetické zdroje

- Elektrická energie - je uvažována pro pohon čerpadel otopné soustavy, ventilátoru a regulace-rozvodná soustava 3 + PEN, 50 Hz, 400V /230V
- Tepelná energie - Pro ohřev vody v tepelném výměníku bude sloužit topná voda s rozsahem pracovních teplot  $t_{w1}/t_{w2} = 80/70^{\circ}\text{C}$  a solární systém. Výrobu topné vody zajistí Kotel na tuhá paliva s případným využitím solárního systému. V případě potřeby můžeme k přípravě TUV a otopné vody použít záložní plynový kotel.

## C.3 Popis technického řešení

### C.3.1 Koncepce vytápění

Návrh řešení topného systému a přípravy teplé vody vychází ze současných stavebních dispozic a požadavků kladených na interní mikroklima jednotlivých místností. V zásadě jsou vytápěny prostory, které to nezbytně vyžadují z hlediska hygienického, funkčního, či technologického. Navržená zařízení jsou rozdělena do následujících funkčních celků:

#### Zařízení č.1 – Solární systém se zásobníkem

Bude navržen systém se zásobníkem o objemu 800l pro přípravu teplé vody. Z dispozičních důvodů nebylo možno použít větší zásobník. Ten bude umístěn v suterénu, stejně jako a expanzní nádrž. Izolace na solárním systému bude tl. 20 mm a bude odolná teplotám přesahujícím  $100^{\circ}\text{C}$ .

### **Zařízení č.2 – Vytápění a příprava TUV pomocí splyňovacího kotle na tuhá paliva**

Kotel je umístěn v suterénu a je napojen na zásobníky otopné i užitkové vody. Izolace na potrubí soustavy bude 30mm

### **Zařízení č.3 - Teplovzdušné vytápění od krbu**

Krb sestává z krbové vložky se sáním částečně z interiéru. Dále je tato vložka oplechována a rozvod je napojen do ventilátoru. Ten se zapne při 70 °C a rozvádí horký vzduch do místností v 2NP. Izolace na potrubí s horkým vzduchem bude skleněné vlákno tl. 50mm

### **Zařízení č.4 – Plynový kondenzační kotel Buderus**

Jedná se o starší typ GB112-24 6,6-22 kW, bude napojen na soustavu v suterénu.

## **C.4 Měření a regulace**

Navržený systém bude řízen a regulován samostatným systémem měření a regulace - profese MaR. Základní funkční parametry jsou:

- ovládání chodu zdrojů tepla, silové napájení ovládaných zařízení
- zajištění chodu čerpadel
- regulace teploty vody řízením výkonu na základě equitermní křivky ohřívače
- umístění teplotních a vlhkostních čidel podle požadavku (refer. místnosti apod.)
- Ochrana proti přehřátí a následnému tlakovému poškození:
- umístění teplotních a tlakových čidel podle požadavku (refer. místnosti apod.)
- Expanzní nádoba nadimenzovaná na potřebný přetlak
- pojistný tlakový ventil solárního okruhu-je napojen na odvod kapaliny do záchytného barelu o objemu 25l
- u solárního okruhu ochranu proti přehřátí též zajišťuje přechod do stagnačního režimu. V případě nabití obou zásobníků bez dalšího odběru, dojde k zastavení cirkulace systému a v kolektorové části dojde k přechodu tekutého média do plynného stavu. Expanzní nádobu volíme tak aby dokázala tento tlak pojmout.

## C.5 Izolace a nátěry

Solární systém bude izolován izolací FIROFLEX EH 19/15 tl. 19mm

Rozvod teplého vzduchu povede podhledem a bude izolován nehořlavou minerální vlnou tl. 50mm

Ve výkresové části PD jsou uvažované izolace zobrazeny na výkresech. Tepelná izolace potrubí tl. 20mm bude zároveň plnit funkci ochranou proti mechanickému poškození. Tepelná vodivost izolace je 0,04W/m<sup>2</sup>K.

V případě použití jiného druhu izolací je nutné se řídit uvedenými parametry. Nátěry nejsou uvažovány.

## C.6 Protipožární opatření

V technické místnosti bude instalován nástěnný hasicí přístroj PG 43A.

## C.7 Nároky na spolusouvisející profese

### C.7.1 Stavební úpravy:

- otvory pro prostupy rozvodů včetně zapravení a odklizení sutě
- obložení a dotěsnění prostupů potrubí izolačním hmotami v rámci zapravení
- zřízení prostoru technické místnosti v suterénu
- zajištění povrchové úpravy podlahy pro bezprašný provoz a vyspádování podlahy k instalované vpusti
- stavební, výpomocné práce
- zřízení instalačních šachet pro vedení solárních rozvodů
- zřízení revizního otvoru pro přístup k ventilátoru
- stavební, výpomocné práce

### C.7.2 Silnoproud:

- opatření el. zařízení výstražnými štítky dle ČSN ISO 3864
- elektrická zařízení budou připojena dle ČSN 332180, 332190, 332000-1, 332000-4-46, 332000-5-537

### C.7.3 ZTI:

- odvod kondenzátu od kotle
- umístění podlahové vpustí v technické místnosti (nerezová nebo kameninová vpust')

## C.8 Montáž, provoz, údržba a obsluha zařízení

- Realizační firma v rámci své dodávky provede rozpis potrubí pro montážní účely včetně kontroly PD ve smyslu úplnosti § 55 obchodního zákoníku.
- Realizační firma před naceněním provede prohlídku stávajících prostorů a přesný rozsah demontáží. Rozvody budou instalovány před ostatními profesemi - prostorové nároky.
- Montáž všech zařízení bude provedena odbornou montážní firmou. Navržená zařízení budou montována podle montážních předpisů jednotlivých prvků.
- Připojení koncových elementů pro přívod i odvod vzduchu bude proveden tepelně izolovanými hadicemi typu Aluflex.
- Při montáži musí být dodržována veškerá bezpečnostní opatření dle platných předpisů. Veškerá zařízení musí být po montáži vyzkoušena a zaregulována. Při zaregulování systémů bude postupováno v součinnosti s profesí MaR. Uživatel musí být řádně seznámen s funkcí, provozem a údržbou zařízení.
- Zařízení, seřízená a odevzdaná do trvalého provozu, smí být obsluhována pouze řádně zaškolenými pracovníky, a to dle provozních předpisů dodavatelů zařízení, pokud není v PD uvedeno jinak. Při provozu odpovídá za bezpečnost práce provozovatel. Všechny podmínky pro bezpečnou práci musí být uvedeny v provozním řádu. Vypracování provozního řádu včetně zaškolení obsluhy zajistí dodavatel.
- Zařízení musí být pravidelně kontrolována, čištěna a udržována stále v provozuschopném stavu. Okolí zařízení musí být vždy čisté a přístupné pro snadnou kontrolu a bezpečnou obsluhu nebo údržbu. O kontrolách a údržbě musí být veden záznam a jejich frekvence bude určena v provozním řádu - zajistí dodavatel.
- Výměna dílčích prvků zařízení a následné nakládání s nimi bude prováděna podle předpisů jednotlivých výrobců.
- Navržená zařízení budou řízena a regulována samostatným systémem měření a regulace - profese MaR. Údržbu a kontrolu nad chodem zařízení bude zajišťovat technický správce, který musí být pro tuto činnost zaškolen.

## C.9 Závěr

Navržené zařízení splňuje nároky kladené na provoz daného typu a charakteru. Zabezpečí v daných místnostech optimální pohodu prostředí požadovanou předpisy.

## **Použité zdroje**

### **Literatura:**

#### **Elektronické zdroje:**

- [1] Šťastný, M. Historie využití solární energie. AZ-elektro, září 2011, s. 76-81.  
URL: < [http://www.conergy.cz/PortalData/1/Resources/master/images/about\\_us/presse/2011-09\\_AZelektro\\_5\\_2011\\_Historie\\_vyuziti\\_solarni\\_energie.pdf](http://www.conergy.cz/PortalData/1/Resources/master/images/about_us/presse/2011-09_AZelektro_5_2011_Historie_vyuziti_solarni_energie.pdf)>
- [2] solarni-energie [online]. Poslední revize 14. 2. 2014 [cit. 2014-04-09].  
URL: <<http://www.solarni-energie.info/vyuziti.php>>
- [3] TZB-INfo [online].  
URL: <<http://www.tzb-info.cz/>>
- [4] Buderus [online]. Katalogové listy  
URL: <<http://www.buderus.cz/>>
- [5] Korado. [online]. Katalogové listy  
URL: <<http://www.korado.cz/>>
- [6] Nazeleno. [online]. Poslední revize 28. 2. 2014 [cit. 2014-04-07].  
URL: <<http://www.nazeleno.cz/vytapeni-1/trombeho-stena-a-dalsi-chytre-napady-na-uspory-ve-vytapeni.aspx>>
- [7] E-vetrani. [online]. Katalogové listy  
URL: <<http://www.e-vetrani.cz/>>
- [8] Gienger. [online]. Katalogové listy  
URL: < <http://www.gienger.cz/>>
- [9] Pipelife. [online]. Katalogové listy  
URL: < <http://www.pipelife.cz/>>
- [10] Grundfos. [online]. Katalogové listy  
URL: < <http://cz.grundfos.com/>>
- [11] Atmos. [online]. Katalogové listy  
URL: < <http://www.atmos.cz/>>
- [12] Alter-Eko. [online].  
URL: < <http://www.alter-eko.cz/>>
- [13] Neosolar. [online].  
URL: < <http://eshop.neosolar.cz/>>
- [14] Encic sdružení. [online].  
URL: < [www.envic-sdruzeni.cz](http://www.envic-sdruzeni.cz)>
- [15] Solární energie. [online].  
URL: < <http://www.solarni-energie.info/vyuziti.php>>
- [16] Stavební komunita. [online].  
URL: < <http://stavebnikomunita.cz/m/blogpost?id=6453524%3ABlogPost%3A15210>>
- [17] I-test. [online].  
URL: < <http://www.itest.cz/>>

- [18] Thermosolar. [online].  
URL: < [www.thermosolar.sk/](http://www.thermosolar.sk/)>
- [19] Viessmann. [online]. Katalogové listy  
URL: < [http://www.viessmann.cz/cs/rodinny\\_dum\\_dvougeneracni\\_rodinny\\_dum/produkte/Solar-Systeme.html/](http://www.viessmann.cz/cs/rodinny_dum_dvougeneracni_rodinny_dum/produkte/Solar-Systeme.html/)>
- [20] Sunheat. [online].  
URL: < <http://www.trubicove-kolektory.cz/index.php?page=solarni-schema>>
- [21] TWI Solar. [online].  
URL: < <http://www.twi.cz/solar/solarni-systemy-rodinne-domy-ohrev-bazenu.php/>>
- [22] Czech RE Agency. [online].  
URL: < <http://www.czrea.org/cs/druhy-oze/fotovoltaika>>
- [23] Solarart. [online].  
URL: < [http://solarart.cz/slovník\\_pojmu/fotovoltaicke\\_systemy](http://solarart.cz/slovník_pojmu/fotovoltaicke_systemy)>
- [24] Sectel servis. [online].  
URL: < <http://www.sectel.cz/panely/>>
- [25] Reflex [online]. Katalogové listy  
URL: < <http://www.reflexcz.cz/cz/vyrobky>>



## **Zkratky**

EN – expanzní nádoba

## **Fyzikální veličiny**

F – síla [N]

h – výška [m]

m – hmotnost [kg]

n – násobnost výměny vzduchu [ $\text{h}^{-1}$ ]

S – plocha [ $\text{m}^2$ ]

t – čas [s], teplota [ $^{\circ}\text{C}$ ]

v – rychlost [m/s]

V – objemový průtok [ $\text{m}^3/\text{h}$ ]

P – hustota [ $\text{kg}/\text{m}^3$ ]

$\varphi$  – relativní vlhkost [%]

$V_{\text{vmin}}$  – minimální množství spalovacího vzduchu [%]

$Q_{\text{N}}$  – výhřevnost paliva [MJ/kg]

$V_{\text{V}}$  – skutečné množství spalovacího vzduchu [ $\text{m}^3/\text{kg}$ ]

H – Tepelná ztráta [W/K]

## **Indexy**

e – exteriér

i – interiér

o – odvodní / odpadní

p – přívod / pracovní

## D. SEZNAM OBRÁZKŮ, TABULEK A GRAFŮ

Seznamy obrázků tabulek a grafů se generují automaticky podle titulků v textu.

### **Obrázky**

Obr. A-1: Archimedes údajně použil bronzová zrcadla k zapálení římské flotily [1] .....	11
Obr. A-2 : Akumulace a distribuce v budově [16] .....	12
Obr. A-3 : Trombeho stěna v létě [14].....	14
Obr. A-4 : Trombeho stěna podzim až jaro [14].....	14
Obr. A-5 : Rozdělení termických kolektorů [3] .....	15
Obr. A-6 : Nekryté kolektory [3] .....	16
Obr. A-7 : Plochý selektivní kolektor [17].....	16
Obr. A-8 : Plochý vakuový kolektor. [17].....	17
Obr. A-9 : Trubkový jedностěnný vakuový kolektor [17] .....	17
Obr. A-10 : Trubicový dvoustěnný vakuový kolektor, zdroj OPC [3] .....	18
Obr. A-11 . Princip koncentračního kolektoru, vpravo pak Fresnelova linaární čočka [3] .....	18
Obr. A-12 : Základní zapojení pro ohřev solárním systémem [20].....	19
Obr. A-13 :Schéma zapojení solárního systému i s bazénem [17] .....	19
Obr. A-14 : Vznik napětí na solárním článku. [22].....	21
Obr. A-15 : Světelné spektrum a energie fotonů [22] .....	21
Obr. A-16 : Solární panel z křemíkových článků [22].....	22
Obr. A-17 : Souvrství křemíkového článku [22].....	22
Obr. A-18 : Ilustrační příklad využití fotovoltaického článku [22] .....	23
Obr. A-19 : Schéma hybridního ostrovního systému [22] .....	24
Obr. A-20 : Schéma síťového systému [22] .....	25
Obr. A-21 : Instalace fotovoltaické fólie [22] .....	25
Obr. A-22 : Sluneční záření v ČR – kWh/m <sup>2</sup> [24] .....	26
Obr. B-1 : Pohled severo-západ .....	27
Obr. B-2 : Zásobník COSMO E DUO 300 [8].....	60
Obr. B-3 : Akumulační nádoba CPUW 800l [8] .....	61
Obr. B-4 : Pojistný ventil Honeywell SM 120-Z [8] .....	62
Obr. B-5 : Expanzní nádoba Reflex S 100/10 [25].....	63
Obr. B-6 : Krbová vložka [7].....	67
Obr. B-7 : Ventilátor KV300 a koncový element [7] .....	68
Obr. B-8 Tlaková ztráta kolektoru [4] .....	78
Obr. B-9 : Schéma solární stanice Logasol SK0150 [4] .....	80
Obr. B-10 Solární stanice Logasol SK0150 [4].....	80
Obr. B-11 : Doplnovací pumpa Alter-Eko [12].....	81
Obr. B-12 Izolace FIROFLEX [13].....	81

### **Tabulky**

Tab. B-1 : Stupeň přednastavení [9] .....	57
Tab. B-2 : Parametry kotle Atmos DC 18 SP [11].....	59
Tab. B-3 : Parametry zásobníku COSMO E DUO 300 [8] .....	60
Tab. B-4 : Parametry akumulační nádoby CPUE 800l [8] .....	61

Tab. B-5 : Výpočet pojistného ventilu [3] .....	62
Tab. B-6 : Výpočet expanzní nádoby pro topnou soustavu [3] .....	63
Tab. B-7 : Parametry Ventilátoru a schéma doporučeného dimenzování potrubí [7] .....	68
Tab. B-8 : Výpočet povrchové kondenzace – vedeno půdním prostorem .....	70
Tab. B-9 : Výpočet povrchové kondenzace – vedeno podhledem .....	70
Tab. B-10 : Parametry solárního panelu Logasol SKR12 [4] .....	77
Tab. B-11 : Doporučené dimenze potrubí solárního okruhu [4] .....	78

### **Grafy**

Graf B-1 : Výsledná teplota, místnost 105+106 .....	37
Graf B-2 : Tepelná zátěž v průběhu dne, místnost 105+106 .....	37
Graf B-3 : Teplota v průběhu dne, místnost 202 .....	39
Graf B-4 : Tepelná zátěž v průběhu dne, místnost 202 .....	39
Graf B-5 : Teplota v průběhu dne, místnost 203 .....	41
Graf B-6 : Tepelná zátěž v průběhu dne, místnost 203 .....	41
Graf B-7 : Pracovní bod čerpadla [10] .....	58
Graf B-8 : Výkon panelu Logasol SKR12 v závislosti sklunu .....	72
Graf B-9 : Celkové pokrytí potřeby tepla při úhlu 45° .....	74
Graf B-10 : Celkové pokrytí potřeby tepla při úhlu 90° .....	76

## **PŘÍLOHY**

1. Dispozice RD
2. Otopná tělesa- půdorys 1NP
3. Otopná tělesa- půdorys 2NP
4. Rozvinutá řez topné otopných těles
5. Půdorys zdroje tepla
6. Schéma zapojení zdroje tepla
7. Teplovzdušné vytápění- půdorys 2NP
8. Teplovzdušné vytápění – řez
9. Umístění solárních panelů-půdorys