

České vysoké učení technické v Praze
fakulta stavební
K125 Katedra technických zařízení budov



DIPLOMOVÁ PRÁCE

STUDIE

SOLÁRNÍ ENERGIE

A JEJÍ VYUŽITÍ V KLIMATICKÝCH PODMÍNKÁCH ČR A ŠPANĚLSKA

Student:

Bc. Anežka Zátopková

Vedoucí diplomové práce:

prof. Ing. Karel Kabele, CSc.

Datum:

8. 1. 2017

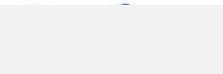
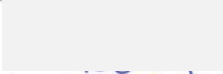


ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

I. OSOBNÍ A STUDIJNÍ ÚDAJE

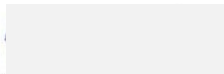
Příjmení: <u>Zátopková</u>	Jméno: <u>Anežka</u>	Osobní číslo: <u>399058</u>
Zadávací katedra: <u>K 11125 Technických zařízení budov</u>		
Studijní program: <u>Budovy a prostředí</u>		
Studijní obor: <u>Budovy a prostředí</u>		

II. ÚDAJE K DIPLOMOVÉ PRÁCI

Název diplomové práce: <u>Energetický systém komunitního centra</u>	
Název diplomové práce anglicky: <u>Energy concept of the community center</u>	
Pokyny pro vypracování: Zpracujte studii využití solární energie v klimatických podmínkách ČR a Španělska. Pro daný objekt komunitního centra vypracujte koncepční řešení vytápění, větrání a přípravy teplé vody (koordinální půdorysy, bilanční výpočty, průvodní zpráva) a na úrovni rozšířené dokumentace pro stavební řízení zpracujte projekt vzduchotechniky objektu (půdorysy, řezy, výpočet dimenzí, strojovny vzt)	
Seznam doporučené literatury: Kabele a kol.: Energetické a ekologické systémy budov 1 ČVUT (2010) Valášek a kol: Zdravotně-technické instalace Jaga 2001 Petráš a kol: Vytápění rodinných a bytových domů, Jaga 2005 K. Kabele a kol.: Technická zařízení budov. Vytápění - podklady pro cvičení. Nakladatelství ČVUT 2013 Kolektiv: Topenářská příručka 3, ČSTZ, 2008. Anotaci najdete zde. D. Petráš, D. Koudelková, K. Kabele: Teplovodní a elektrické podlahové vytápění. Jaga Media s.r.o 2004, ISBN:80-88905-97-4 J.Bašta, K.Kabele: Otopné soustavy teplovodní - Sešit projektanta č.1 - Společnost pro techniku prostředí 2008 Garlík, B.: Inteligentní budovy, BEN technická literatura, Praha, 2012, ISBN 978-80-7300-440-8..	
Jméno vedoucího diplomové práce: <u>prof.Ing.Karel Kabele, CSc.</u>	
Datum zadání diplomové práce: <u>3.10.2016</u>	Termín odevzdání diplomové práce: <u>8.1.2017</u> <i>Údaj uveďte v souladu s datem v časovém plánu příslušného ak. roku</i>
 Podpis vedoucího práce	 Podpis vedoucího katedry

III. PŘEVZETÍ ZADÁNÍ

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

<u>30.10.2016</u> Datum převzetí zadání	 Podpis studenta(ky)
--	---

PROHLÁŠENÍ

Prohlašuji, že jsem svoji diplomovou práci vypracovala samostatně s použitím uvedené literatury a podkladů.

V Praze, dne 8. 1. 2017

Bc. Anežka Zátopková

PODĚKOVÁNÍ

Tímto bych ráda poděkovala mému vedoucímu diplomové práce prof. Ing. Karlovi Kabelemu, CSc. za jeho rady a pomoc při zpracování mé diplomové práce a jeho podporu a umožnění studia v zahraničí. Období zpracování a hlavně konzultací mé práce bylo ztíženo podmínkami, kdy jsem zimní semestr absolvovala na univerzitě v Madridu. Konzultace probíhaly po skypu, čímž byly obtížnější. Obzvláště pak nacházení společného termínu. Proto děkuji prof. Ing. Karlovi Kabelemu, CSc. za jeho vstřícnost při hledání společného času pro konzultace po skypu a jeho cenné rady na dálku.

Ráda bych také poděkovala mým profesorům na Universidad Politécnica de Madrid, konkrétně profesorce María José Suárez Navarro a profesorovi Juan Antonio de Isabel Garcia, za jejich pomoc a vstřícnost při řešení studie solární energie, za jejich cenné rady z oblasti solární energie ve Španělsku a také za jejich trpělivost při konzultacích ve španělském jazyce.

OBSAH

PROHLÁŠENÍ	3
PODĚKOVÁNÍ	4
OBSAH	5
ANOTACE	7
KLÍČOVÁ SLOVA	7
ANNOTATION.....	7
KEYWORDS	7
1. ÚVOD	8
2. TROCHA TEORIE	8
2.1. SLUNCE JAKO ZDROJ ENERGIE	8
2.1.1 ENERGIE SLUNEČNÍHO ZÁŘENÍ.....	8
2.1.2 DOPAD SOLÁRNÍ ENERGIE NA ZEMI	8
2.2. VYUŽITELNOST SLUNEČNÍHO ZÁŘENÍ	10
2.3. NA CO LZE SOLÁRNÍ ENERGII VYUŽÍVAT	10
2.4. PŘEMĚNA SOLÁRNÍ ENERGIE NA TEPLA	10
2.5. VÝHODY SOLÁRNÍ ENERGIE	10
2.6. NEVÝHODY SOLÁRNÍ ENERGIE	10
3. POPIS PROBLÉMU (POROVNÁNÍ ZEMÍ A JEJICH SPECIFIK)	11
3.1 POPIS OBJEKTU	11
3.1.1. VIZUALIZACE.....	11
3.1.2. SKLADBY.....	11
3.1.3. HMOTOVÉ ŘEŠENÍ OBJEKTU:.....	12
3.2. POROVNÁNÍ SOCIÁLNÍCH, ENVIRONMENTÁLNÍCH A ENERGETICKÝCH ROZDÍLŮ V ČR A ŠPANĚLSKU ...	13
3.2.1 ČESKÁ REPUBLIKA.....	13
3.2.2 ŠPANĚLSKO.....	13
3.3 NORMY A LEGISLATIVA	14
3.3.1 PRÁVNÍ RÁMEC	14
3.3.1.1. Česká Republika:.....	14
3.3.1.2. Španělsko:.....	14
4.3 STUDIE – VÝBĚR ŘEŠENÍ	14
4.3.1 UMÍSTĚNÍ OBJEKTU	14
4.3.2 KOMFORTNÍ PODMÍNKY PRO POBYT UŽIVATELŮ BUDOVOY	14
4.3.3 KLIMATICKÉ PODMÍNKY	14
5. VÝPOČET A NÁVRH SYSTÉMU	15
5.1. VYUŽITÍ SOLÁRNÍ ENERGIE	15
5.2. VSTUPNÍ ÚDAJE:.....	15
5.3. POSTUP VÝPOČTU ZISKU SOLÁRNÍ ENERGIE.....	16
5.3.1. VÝPOČET SOLÁRNÍCH ZISKŮ DLE TNI 730302 2014	16

5.3.2. VÝPOČET SOLÁRNÍCH ZISKŮ DLE TZB-INFO.CZ	17
5.3.3. VÝPOČET SOLÁRNÍCH ZISKŮ DLE PROGRAMU DESIGN BUILDER	18
5.3.3.1. BODOVÝ POSTUP	18
5.3.3.2. FUNKČNOST MODELU	18
5.3.4. ZHODNOCENÍ VÝPOČTU	19
5.4 POROVNÁNÍ SOLÁRNÍCH ZISKŮ PRAHA/MADRID	20
5.4.1. SOLÁRNÍ ZISKY PRAHA	20
5.4.1.1. Shrnutí návrhu solárních kolektorů pro Komunitní centrum umístěné v PRAZE:	20
5.4.2. SOLÁRNÍ ZISKY MADRID – stejné výchozí podmínky	20
5.4.2.1. POSTUP OSAZENÍ OBJEKTU DO ŠPANĚLSKA, MADRID	21
5.4.2.2. Shrnutí návrhu solárních kolektorů pro Komunitní centrum umístěné v MADRIDU:	21
5.4.3. SOLÁRNÍ ZISKY MADRID – upravený počet solárních kolektorů	22
5.4.3.1. Shrnutí návrhu solárních kolektorů pro Komunitní centrum umístěné v MADRIDU:	22
5.4.4. SOLÁRNÍ ZISKY MADRID – podobné procento solárního pokrytí za rok	23
5.5. ZÁKLADNÍ ČÁSTI SOLÁRNÍCH SYSTÉMŮ	24
5.5.1. Kolektor	24
5.5.2. Zásobník, Výměník tepla	24
5.5.3. Transportní systém	24
5.5.4. Regulační zařízení, armatury a zabezpečovací zařízení	25
5.5.5. Záložní zdroj tepla	25
6. EKONOMICKÉ ZHODNOCENÍ	25
6.1 EKONOMICKÁ BILANCE SOLÁRNÍHO SYSTÉMU NA OHŘEV TV	25
6.1.1. POŘIZOVACÍ NÁKLADY SOLÁRNÍ SOUSTAVY	25
6.1.2. ROČNÍ NÁKLADY NA OHŘEV TV	26
6.1.3. NÁVRATNOST INVESTICE	26
6.2 POROVNÁNÍ CEN ENERGIÍ ČESKÁ REPUBLIKA/ŠPANĚLSKO	27
6.2.1 VARIANTY CEN ZEMNÍ PLYN	27
6.2.2 VARIANTY CEN ELEKTŘINA	27
7. ZÁVĚR	27
8. POUŽITÉ ZDROJE	28

ANOTACE

Cílem mé diplomové práce bylo vypracovat studii využití solární energie v rozdílných klimatických podmínkách, konkrétně ČR (Praha) a Španělska (Madrid). Tyto znalosti poté aplikovat na konkrétní objekt – Komunitní centrum a porovnat zisky solární energie na území České republiky či Španělska. Dále jsem vypracovala Generel pro vytápění, ohřev TV a větrání daného objektu. Jako poslední jsem vytvořila projekt vzduchotechniky.

KLÍČOVÁ SLOVA

Solární energie, ČR, Španělsko, solární kolektory, koncepční řešení vytápění, koncepční řešení přípravy TV, koncepční řešení větrání, VZT jednotka, rovnotlaký systém, podtlakový systém.

ANNOTATION

The goal of my thesis was to make a study of solar energy in different climatic conditions, in the Czech Republic (Prague) and in Spain (Madrid). This acquaintance was then applied to a particular building - the Community center, and compare the benefits of solar energy in the Czech Republic and Spain.

I have also created a conceptual solution for the heating, DHW and ventilation of the building. Finally, I have made a project of ventilation.

KEYWORDS

Solar energy, the Czech Republic, Spain, solar collectors, conceptual solution of heating , conceptual solution of DHW, conceptual design of ventilation, air-conditioning unit, equal-pressure system, vacuum system.

1. ÚVOD

Jedna část mé diplomové práce je zpracování studie využití solární energie v klimatických podmínkách ČR a Španělska.

Cílem této studie je především porovnání rozdílů umístění stejného objektu se stejnými požadavky ve dvou zcela rozdílných podnebných pásmech.

Díky tomu, že jsem v ZS 2016/2017 pobývala na studijním pobytu ERASMUS v Madridu, měla jsem možnost lépe pochopit a poznat rozdíly, které jsou mezi klimatem v ČR a Španělsku. Nově získané poznatky díky konzultacím s místními profesory na univerzitě UPM uplatňuji při návrhu solárních kolektorů v mnou zvoleném projektu.

2. TROCHA TEORIE

2.1. SLUNCE JAKO ZDROJ ENERGIE

2.1.1 ENERGIE SLUNEČNÍHO ZÁŘENÍ

Jako solární energii označujeme energii, která dopadá na Zemi ve formě slunečního záření. Slunce je trvalým zdrojem veškeré energie pro Zemi. Zdrojem energie na Slunci je přeměna vodíku v helium termonukleárními reakcemi probíhajícími ve středních oblastech Slunce. Slunce září jako absolutně černé těleso s povrchovou teplotou okolo 5700 K.⁶

Předpokládané vyčerpání zásob na Slunci se odhaduje v řádu miliard let, proto je tento zdroj považován za obnovitelný.

2.1.2 DOPAD SOLÁRNÍ ENERGIE NA ZEMI

Solární energie je dopravována na Zemi ve formě elektromagnetického záření, část je přímo odrážena do kosmu (asi 34%), ale větší část (66%) ho Země zachytí (absorbuje).⁴

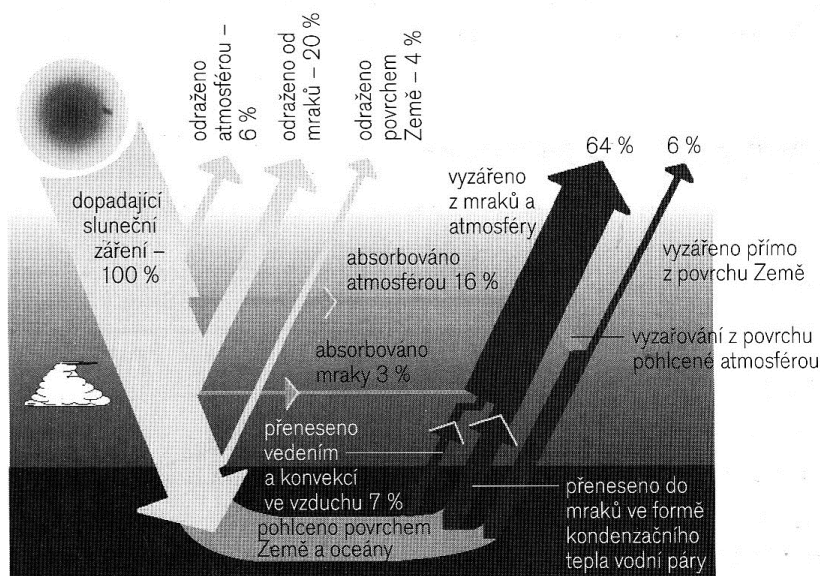
Záření můžeme rozdělit do 3 druhů:

- Záření ultrafialové (vlnová délka pod 400 nm)
- Záření viditelné (s vlnovou délkou od 400 do 650 nm)
- Záření infračervené (s vlnovou délkou přesahující 650 nm)

Nejvýznamnější je pro nás oblast záření okolo 400 – 650 nm, v této oblasti na zemi dopadnou asi tři čtvrtiny celkového záření.

Na hranici zemské atmosféry je hustota energie dopadajícího záření 1,37 kW/m². Tento tok se nazývá solární konstantou Gsc.⁴

Obr. č.1¹



Množství záření, které jsme nakonec schopni zachytit se na jednotlivých místech naší planety poněkud liší.

Záleží především na faktorech jako:

A) Zeměpisná šířka – nejvíce záření dopadá na Zemi v oblasti rovníku, nejméně okolo pólu

B) Roční doba – díky oběhu Země okolo Slunce je dopadající záření velmi odlišné v zimě či v létě

- v létě za jasného dne jsme schopni zachytit na ploše orientované na jih 7-8 kWh/m²
- v létě při oblačném 2 kWh/m²
- v zimě za slunného počasí 3 kWh/m²
- v zimě za oblačného počasí 0,3 kWh/m²

Tab. 1²

Měsíc	Záření na vodorovnou plochu [(kWh/m ²) * den]	
	Praha	Sevilla (SP)
Leden	0,77	2,47
Únor	1,42	3,1
Březen	2,42	4,61
Duben	3,74	5,29
Květen	4,83	6,78
Červen	4,89	7,3
Červenec	5,06	7,11
Srpen	4,28	6,45
Září	2,86	5,13
Říjen	1,89	3,87
Listopad	0,81	2,51
Prosinec	0,55	2,09
Roční průměr	2,8	4,73

C) Místní klima, oblačnost – velký vliv na množství dopadajícího záření mají mraky, které mohou celkovou hodnotu snížit až o 60% na méně než 200 W/m², důležité jsou také znečištění atmosféry a výskyt přízemní mlhy

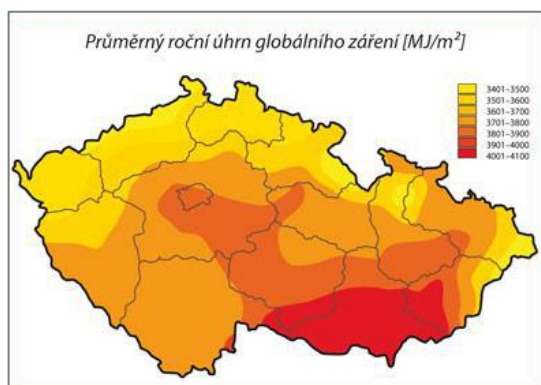
D) Sklon a orientace plochy, na niž slunce dopadá – největšího výkonu samozřejmě dosáhneme na ploše, která je kolmá k dopadajícím paprskům. Optimální by tedy bylo natáčení panelů a kolektorů, aby bylo vždy zajištěno dopadání paprsků pod úhlem 90°

Většinou se solární kolektory nebo fotovoltaické panely osazují pod úhlem 45°, pokud chceme zvýšit zisk v zimním období, využijeme sklonu 60°, pokud chceme zvýšit zisk v letním období, použijeme sklon okolo 30°⁴

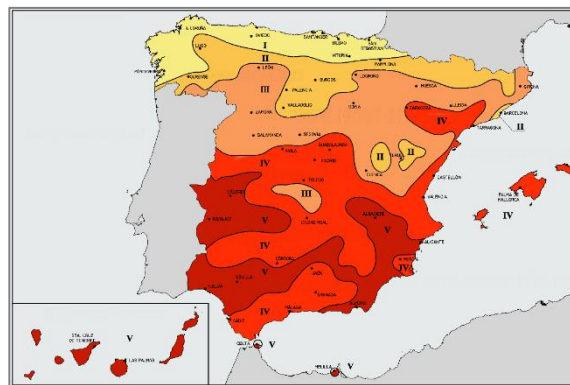
POROVNÁNÍ

	ČR	ŠPANĚLSKO
Intenzita slunečního záření [kWh/m ² /rok]	950 – 1 250	2 600
Sluneční hodiny [h/rok]	1 330 - 1 800	2 200 - 3 200*

*Protože ve Španělsku můžeme najít několik zcela rozdílných druhů klimatu, naměřené hodnoty se liší více než v ČR. V Toledu (nedaleko Madridu) bylo v roce 2012 naměřeno více než 3 200 slunečních hodin, ve Valencii (východní pobřeží) bylo naměřeno 3 000 slunečních hodin a v Barceloně (sever Španělska) se tato hodnota pohybovala okolo 2 200 slunečních hodin. (reálné hodnoty mohou být nižší)



Obr. č.2⁷



Obr. č.3⁸

2.2. VYUŽITELNOST SLUNEČNÍHO ZÁŘENÍ

Je zřejmé, že není možno využít veškerou sluneční energii, to je dáno řadou faktorů, především:

1. účinností systému – energii, kterou jsme schopni zachytit okny, kolektory nebo fotovoltaickými články je vždy menší než 100%.

U termických kolektorů (ohřevu teplé vody) se pohybujeme u okolo 30 – 40% a u fotovoltaického panelu je toto číslo pouze okolo 10%.

2. nepoměr mezi největším množstvím solární energie (léto, den) a její potřebou (zima, noc). Zde je možné využít některého druhu akumulace, ale jen v omezené míře.

3. Solární energie má malou plošnou hmotnost, je tedy potřeba celkem velkých rozměrů panelů a kolektorů, s tím je samozřejmě spojena určitá finanční náročnost a také zvýšená hmotnost (hlavně u termálních kolektorů).

Z toho důvodu je nutné dobře spočítat návratnost investice, optimalizace systému tak aby návratnost nebyla vyšší než jejich životnost. Proto se solární systémy nedimenzují na celkovou energetickou potřebu.

2.3. NA CO LZE SOLÁRNÍ ENERGII VYUŽÍVAT

Hlavní možnosti přeměny sluneční energie:

- a) na teplo – termální systémy
- b) na elektrickou energii – fotovoltaické systémy
- c) na mechanickou či chemickou energii
- d) využití fotochemických účinků slunečního záření⁴

2.4. PŘEMĚNA SOLÁRNÍ ENERGIE NA TEPLU

Nejjednodušší je přeměna sluneční energie na teplo (můžeme zde počítat s největší účinností okolo 30%). Tato přeměna se děje pomocí absorpce tuhých látek a kapalin, kde se energie fotonu transformuje na teplo. Tento děj probíhá na různých zařízeních, jako jsou skleníky, sluneční pece, solární kolektory, panely atd.

Získané teplo se pak dá využít k mnoha účelům:

- ohřev bazénů
- ohřev užitkové vody
- ohřev vzduchu
- vytápění objektu
- dezinfekce vody

Díky vhodné konstrukci a kvalitnímu architektonickému návrhu při používání pasivních solárních systémů je ohřívání objektu v chladných obdobích maximalizováno.

Není tak náročné dané teplo získat ze solární energie, náročnější je však způsob jak zabránit tepelným ztrátám a největším problémem je jak vzniklé teplo odvést a uložit pro pozdější využití.

2.5. VÝHODY SOLÁRNÍ ENERGIE

- + obnovitelný zdroj energie, minimální dopad na životní prostředí,
- + univerzální, plošná dostupnost – možnost využití i v rozvojových zemích
- + nízké provozní náklady
- + jednoduchý systém, minimální nároky na obsluhu,
- + dostatečně dlouhá životnost, udává se okolo 15-20 let
- + využití i v husté městské zástavbě
- + možná finanční podpora

2.6. NEVÝHODY SOLÁRNÍ ENERGIE

- časová proměnlivost
- malá plošná hmotnost
- nutný záložní zdroj
- doba návratnosti instalace

3. POPIS PROBLÉMU (POROVNÁNÍ ZEMÍ A JEJICH SPECIFIK)

3.1 POPIS OBJEKTU

KOMUNITNÍ CENTRUM

Na začátku mé tvorby jsem měla k dispozici studii Komunitního centra.

- objekt je určen pro veřejnost
- předpokládaná doba provozu: 8:00 – 20:00, pondělí - sobota

V ranních a dopoledních hodinách se počítá s tím, že komunitní centrum budou navštěvovat převážně matky s dětmi a školy. Odpoledne a večer je objekt otevřen pro všechny.

3.1.1. VIZUALIZACE



3.1.2. SKLADBY

Byly k dispozici v rámci studie, dopočetla jsem pouze hodnoty U [W/m^2K], R [m^2K/W] (viz. příloha)

OBVODOVÁ STĚNA (int-ext)	$U = 0,162 W/m^2K$ ($U_{max.} 0,25 W/m^2K$)
-omítka vnitřní sádrová	10 mm
- Porotherm 30 PROFI	300 mm
- lepidlo PRO ETICS	5 mm
- Isover EPS 150	150 mm
- omítka vnější a armovací síťovinou	20 mm

<i>STŘECHA (ext-int) U = 0,106 W/m²K (U_{max.} 0,24 W/m²K)</i>	
- hliníkový válcovaný plech	1 mm
- asfaltové SBS pásy	2 mm
- celoplošné bednění z prken	25 mm
- větraná vzduchová mezera	100 mm
- difuzní fólie Jutadach	- mm
- tepelná izolace XPS Styrodur	140 + 140 mm
- parotěsná fólie	0,3 mm
- trapézový plech TR 92/275/0,88	48 mm
- nosný profil IPE	- mm
<i>PODLAHA – normalní U = 0,352 W/m²K (U_{max.} 0,45 W/m²K)</i>	
- PVC	10 mm
- anhydritový potěr	60 mm
- pojistná hydroizolace PE fólie	0,2 mm
- kročejová + tepelná izolace	90 mm
- základová deska beton	200 mm
- hydroizolace asfaltové pásy	6 mm
<i>PODLAHA – pro tělocvičnu U = 0,380 W/m²K (U_{max.} 0,45 W/m²K)</i>	
- litá PUR podlaha ALSAGYM S3	10 mm
- anhydritový potěr	60 mm
- pojistná hydroizolace PE fólie	0,2 mm
- kročejová + tepelná izolace	80 mm
- základová deska beton	200 mm
- hydroizolace asfaltové pásy	6 mm

3.1.3. HMOTOVÉ ŘEŠENÍ OBJEKTU:

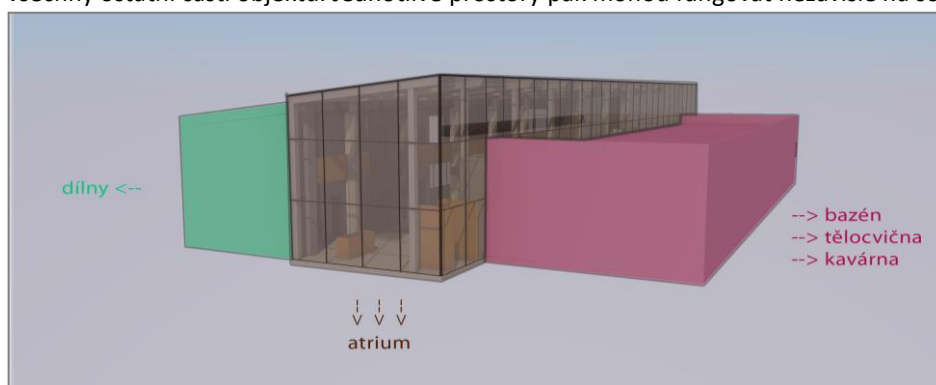
Komunitní centrum je vizuálně i funkčně rozděleno na 3 části.

- v pravém jednopodlažním bloku se nachází bazén, tělocvična, k nim přiléhá hygienické zázemí (sprchy, wc, šatny), dále zde najdeme malou kavárnu pro návštěvníky objektu.

- levá část objektu je více variabilní, dvoupatrový prostor slouží hlavně k zájmové činnosti dětí i dospělých.

V přízemí je prostor zcela otevřen a může sloužit pro zájmové kroužky dětí a malé výstavy jejich prací. Dále se zde nachází toalety, sklad a schodiště. V 1NP je navržena denní místnost pro zaměstnance a toalety. Zbývající část prostoru v 1NP slouží návštěvníkům opticky od hlavního atria a odděluje jej jenom zábradlí.

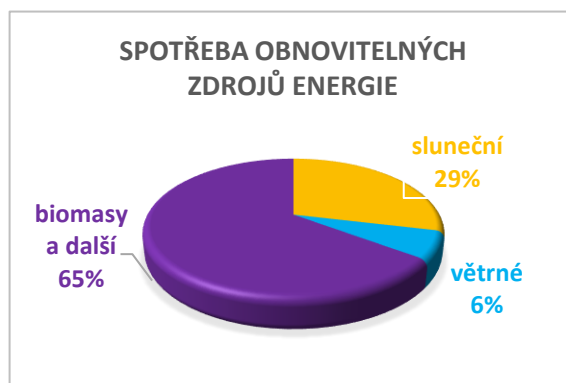
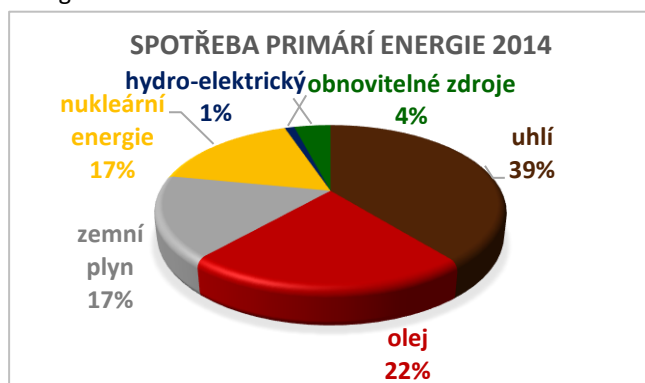
- jádro celé budovy je prosklené, tvořené LOP. Jeho výška v určitých částech dosahuje až 8 metrů. Atrium zajišťuje největší přísun světla do celého objektu, který zároveň tvoří hlavní komunikační zónu spojující všechny ostatní části objektu. Jednotlivé prostory pak mohou fungovat nezávisle na sobě.



3.2. POROVNÁNÍ SOCIÁLNÍCH, ENVIRONMENTÁLNÍCH A ENERGETICKÝCH ROZDÍLŮ V ČR A ŠPANĚLSKU

3.2.1 ČESKÁ REPUBLIKA

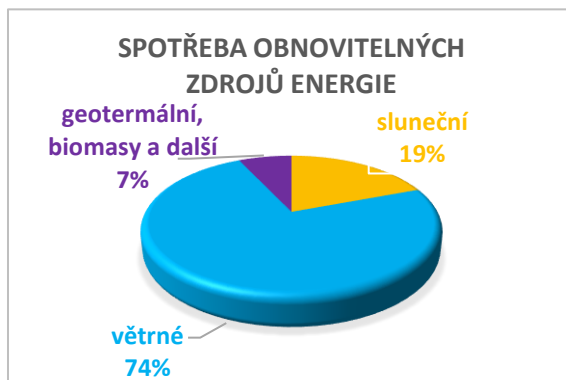
Hlavní město: Praha
 Jazyk: čeština
 Populace: 10 000 000
 Plocha: 78 866 km²
 Poloha: centrum Evropy
 Energie:



Obr. č. 4, 5, 6, 7⁹

3.2.2 ŠPANĚLSKO

Hlavní město: Madrid
 Jazyk: španělština
 Populace: 46 525 000
 Plocha: 504 645 km²
 Poloha: jih Evropy
 Energie:



3.3 NORMY A LEGISLATIVA

3.3.1 PRÁVNÍ RÁMEC

V ČR a Španělsku je rozdílná legislativa.

3.3.1.1. Česká Republika:

ČSN EN 12831 – návrhová teplota interiéru

ČSN 38 3350 návrh vytápění, 6/1989

ČSN 06 0210 výpočet tepelných ztrát v, 5/1994

ČSN 73 0540-02, 2011 – prostup tepla (zeď, strop, podlaha)

ČSN 73 0540-03, 1994 – prostup tepla (okno)

3.3.1.2. Španělsko:

CTE DB HE - DB-HE/1

- DB-HE/2

- DB-HE/3

4.3 STUDIE – VÝBĚR ŘEŠENÍ

4.3.1 UMÍSTĚNÍ OBJEKTU

Dvě různé lokality s rozdílným podnebím:

1. PRAHA

2. MADRID

4.3.2 KOMFORTNÍ PODMÍNKY PRO POBYT UŽIVATELŮ BUDOVY

TEPLOTA A RELATIVNÍ VLHKOST MÍSTNOSTÍ – ČESKÁ REPUBLIKA *									
POKOJ	společné části	tělocvična	bazén	šatna	sprchy, wc	kavárna	sklad	denní místnost	dílna
TEPLOTA [°C]	20	15	28	22	24	20	15	20	20
REL. VLHKOST [%]	60	70	85	80	90	60	70	60	60

*Ve Španělsku nemají konkrétní (doporučené) hodnoty teplot a relativních vlhkostí. Je jen rámcově zmíněno, že např. hodnoty teploty v místnosti, by se měly pohybovat od 18-26°C

4.3.3 KLIMATICKÉ PODMÍNKY

Ve své studii porovnávám podnebí dvou rozdílných území ČR a Španělska. Objekt jsem zasadila do jejich hlavních měst Prahy a Madridu.

Praha se nachází v ČR, která leží ve střední části Evropy. Česká republika má velmi dobré mírné klima, střídají se zde 4 roční období jaro, léto, podzim a zima.

V zimě je průměrná teplota okolo -3 °C. Většinou i v Praze se přes zimu dočkáme sněhové nadílky, ovšem ne tolik jako na ostatních místech republiky.

V létě se střední teplota pohybuje okolo 19,7 °C. V posledních letech je velké teplo hlavně v červnu a červenci.

Madrid se nachází v centru Španělska. Tuto velmi teplou zemi najdeme na jihu Evropy. V samotném hlavním městě a jeho okolí je vnitrozemní klima.

Zimy zde bývají chladné a větrné, průměrná zimní teplota je 5 °C

Během léta je průměrná teplota 24 °C, běžně je v Madridu hodně teplo a mnoho dní bez mraků s menší vlhkostí než v ČR.

PRŮMĚRNÉ TEPLoty	zima [°C]	léto [°C]
PRAHA	-3	19,7
MADRID	5	24

5. VÝPOČET A NÁVRH SYSTÉMU

5.1. VYUŽITÍ SOLÁRNÍ ENERGIE

V objektu se nachází bazén, který se bude používat celoročně.

Pro umístění solárních panelů se dá využít jenom 1/3 střešní plochy, konkrétně střecha nad bazénem, tělocvičnou a kavárnou. Ta je orientovaná přímo na J, proto je výhodné je využít k osazení solárních kolektorů.

Po výpočtu množství energie pro ohřev TV pro užívání a vytápění, jsem dospěla k závěru, že je výhodnější využít zisky solární energie pouze na ohřev TV pro spotřebu.

Ze zmiňovaného důvodu se budu soustředit na SOLÁRNÍ KOLEKTORY.

5.2. VSTUPNÍ ÚDAJE:

- tepelná ztráta objektu:	
ČESKÁ REPUBLIKA	41 kW
ŠPANĚLSKO	33 kW
- potřeba tepla na vytápění za rok:	260 750 MJ
- množství energie pro ohřev TV:	368 kWh/den
- množství energie pro ohřev TV za rok:	134 320 kWh
- velikost zásobníku:	1 145 dm ³
- výpočtová teplota exteriéru:	
ČESKÁ REPUBLIKA	te = -12 °C
ŠPANĚLSKO	te = -3 °C
- průměrná teplota exteriéru:	
ČESKÁ REPUBLIKA	tm,e = 4,3 °C
ŠPANĚLSKO	tm,e = 13,9 °C
- průměrná teplota interiéru:	tis = 20,24 °C
- počet otopných dnů:	
ČESKÁ REPUBLIKA	d = 255 dnů
ŠPANĚLSKO	d = * dnů
*ve Španělsku není legislativa, která by přesně specifikovala počet otopných dnů, vždy záleží na majiteli objektu, kdy topení zapne a kdy ho vypne, většinou OT topí pouze přes den a na noc se vypínají	
- nadmořská výška:	
ČESKÁ REPUBLIKA	181 m.n.m.
ŠPANĚLSKO	667 m.n.m.
- průměrná teplota teplotnosné kapaliny v kolektoru během dne:	tkm = 50 °C
- průměrná venkovní teplota v době kdy svítí slunce:	tes = viz tabulka
- střední denní sluneční ozáření uvažované plochy solárního kolektoru:	Gtm = viz tabulka
- denní dávka slunečního ozáření dopadající na kolektor:	Ht,den = viz tabulka

5.3. POSTUP VÝPOČTU ZISKU SOLÁRNÍ ENERGIE

Pro samotný výpočet zisků solární soustavy existuje velké množství programů a postupů. Na internetu se dají najít předem připravené online stránky, do kterých pouze zadám potřebné vstupní údaje a poté dostanu konečný výsledek.

Dále existují specializované programy jako T.Sol, Polysun, F-chart, getsolar, trnsys a mnoho dalších.

Pro svou práci jsem si vytvořila vlastní excel (5.3.1.) dle jednotlivých vzorečků z **TNI 730302 2014**. (viz příloha) a následně jsem vypočtené hodnoty porovnávala s online tabulkou na tzb-info.cz (5.3.2.)

V programu DESIGNBUILDER (5.3.3.) jsem si vymodelovala vlastní budovu, nakreslila umístění solárních kolektorů, zadala pár výchozích hodnot a program mi sám spočítal množství zisků celé solární soustavy.

5.3.1. VÝPOČET SOLÁRNÍCH ZISKŮ DLE TNI 730302 2014

Energetické zhodnocení solárních soustav – viz příloha excel

Stanovení účinnosti plochého slunečního kolektoru - orientace jih

$$\eta_k = \eta_0 - (\alpha_1 * (t_m - t_{es}) / G_{T, stř}) - (\alpha_2 * (t_m - t_{es})^2 / G_{T, stř}) [-]$$

α_1 lineární součinitel tepelné ztráty [W/m².K]

α_2 kvadratický součinitel tepelné ztráty [W/m².K²]

t_{es} prům. venkovní teplota v době slunečního svitu [°C]

$G_{T, stř}$ střední denní sluneční ozáření uvažované plochy kolektoru o určitém sklonu a orientaci [W/m²]

H_k účinnost kolektoru [-]

η_0 optická účinnost kolektoru [-]

t_m střední teplota teplotnosné látky v kolektoru [°C]

Denní měrný tepelný zisk z kolektorů

$$q_k = \eta_k * HT_{,den} [kWh/m^2.den]$$

η_k účinnost kolektoru [-]

$HT_{,den}$ skutečná denní dávka slunečního ozáření [kWh/m².den]

$HT_{,den} = \tau_r * HT_{,den, teor} + (1 - \tau_r) * HT_{,den, dif}$ [kWh/m².den]

τ_r poměrná doba slunečního svitu [-]

$HT_{,den, teor}$ teoretická denní dávka ozáření plochy [kWh/m².den]

$HT_{,den, dif}$ denní dávka difúzního slunečního záření [kWh/m².den]

Výpočet plochy

kolektoru

$$A_k = ((1+p) * Q_{pc}) / q_k [m^2]$$

A_k aperturní plocha

kolektoru [m²]

Q_{pc} potřeba tepla na

ohřev TV [kWh/den]

Q_k denní měrný tepelný

zisk z kolektorů [kWh/m².den]

P přírůžka na tepelné

ztráty [%]

Výpočet počtu

kolektorů

$$P_k = A_k / A_{1k} [ks]$$

A_k aperturní plocha kolektoru [m²]

A_{1k} účinná aperturní plocha kolektoru [m²]

Bilance solárního systému pro přípravu teplé vody

$$Q_{ku} = 0,9 * \eta_k * n * HT_{,den} * A_{ks} * (1-p) [kWh/měsíc]$$

$$Q_{ss,u} = \min(Q_{k,u}; Q_{pc})$$

Q_{ku} teplo vyrobené kolektory za daný měsíc [kWh/měsíc]

N účinnost kolektoru [-]

$HT_{,den}$ skutečná denní dávka slunečního ozáření [kWh/m².den]

A_{ks} celková absorpční plocha kolektorů [m²]

P přírůžka na tepelné ztráty [%]

Celkové roční využitelné tepelné zisky solární soustavy a solární

pokrytí

$$f = 100 * (Q_{ss,u} / Q_{pc})$$

NÁVRH SOLÁRNÍCH KOLEKTORŮ - ČESKÁ REPUBLIKA													MĚSÍČNÍ POTŘEBA TV	
měsíc	leden	únor	březen	duben	květen	červen	červenec	srpen	září	říjen	listopad	prosinec		
popis	31	28	31	30	31	30	31	31	30	31	30	31		
denní potřeba TV	Q _{TV}	kWh/den	368	368	368	368	368	368	368	368	368	368	368	
měsíční potřeba TV	Q _{TV}	kWh	11408	10904	11408	11040	11408	11040	11408	11040	11408	11040	11408	
teor. možná energie za den na 1 m ²	Q _{den, teor}	kWh/m ²	3,4	4,96	6,7	8,06	9,42	9,64	2,7	3,4	4,96	6,7	8,06	9,42
poměrná doba slun. svitu	τ_r		0,21	0,32	0,42	0,45	0,51	0,54	0,55	0,55	0,53	0,37	0,31	0,14
skutečná dopadající energie	Q _{den, reálná}	kWh/m ²	0,714	1,5872	2,814	3,627	4,8042	5,2056	1,485	1,87	2,6288	2,479	1,6926	1,3188
prům. venkovní teplota v době slunečního svitu	t _{es}	°C	2,2	3,4	6,5	12,1	16,6	20,6	22,5	22,6	19,4	13,8	7,3	3,5
střední denní slun. ozáření uvažované plochy solárního kolektoru	G _{T, stř}	W/m ²	418	489	535	527	521	517	512	515	556	488	427	387
účinnost kolektoru	η_k		0,16	0,28	0,36	0,42	0,47	0,51	0,53	0,53	0,49	0,40	0,25	0,13
průměrná denní účinnost solár. kolektoru	η_p		0,57	0,60	0,62	0,63	0,65	0,66	0,67	0,67	0,66	0,63	0,60	0,57
denní dávka slun. ozáření dopadající na kolektor	HT _{den}	kWh/m ² .den	1,1	1,97	3,2	3,96	4,84	5,29	5,19	4,71	3,95	2,4	1,21	0,77
měsíční dávka slun. ozáření dopadající na kolektor	HT _{mes}	kWh/m ²	34,1	55,16	99,2	118,8	150,04	158,7	150,89	146,01	118,5	74,4	36,3	23,87
denní měrný tepelný zisk	q _k	kWh/m ²	0,63	1,17	1,98	2,51	2,14	2,50	2,46	2,14	2,60	1,52	0,72	0,44
aperturní plocha	A _k	m ²	643	346	204	161	129	116	117	129	156	266	561	929
počet kolektorů	P _k	ks	226	122	72	57	45	41	41	45	55	94	198	327
zisky solární soustavy	Q _{ku}	kWh	2217	3745	6973	8589	11083	11942	12204	11085	8805	5376	2465	1538
využitelné zisky solární soustavy	Q _{ss,u}	kWh	2217	3745	6973	8589	11083	11040	11408	11085	8805	5376	2465	1538
procento solárního pokrytí za rok	f	%								62,82				

CELKOVÉ SOLÁRNÍ ZISKY (viz příloha)

Q = 84 383 kWh/rok

5.3.2. VÝPOČET SOLÁRNÍCH ZISKŮ DLE TZB-INFO.CZ

http://oze.tzb-info.cz/tabulky-a-vypocty/131-zjednodusena-bilance-solarniho-kolektoru

Zjednodušená bilance solárního kolektoru

Zjednodušený výpočtový postup energetického hodnocení solárních soustav podle TNI 73 0302

podrobnější výklad k TNI 73 0302, viz [samostatný příspěvek](#)

- Návrh kolektorů pro přípravu teplé vody
- Návrh kolektorů pro přípravu teplé vody a vytápění
- Návrh kolektorů pro bazén

PŘÍPRAVA TEPLÉ VODY

Počet jednotek (osob, míst, lůžek, sprch ap.) jednotek ???

Měrná spotřeba teplé vody na jednotku l/jedn.den ???

Denní spotřeba teplé vody $V_{TV,den}$ l/den ???

Snižená spotřeba tepla v letních měsících Ano ??? Ne

Teplota studené vody t_{SV} (5 až 18 °C) °C ???

Teplota teplé vody t_{TV} (19 až 95 °C) °C ???

Přirážka na tepelné ztráty při přípravě teplé vody = ???

Zadat profil odběru teplé vody ???

	leden	únor	březen	duben	květen	červen	červenec	srpen	září	říjen	listopad	prosinec
$Q_{p,TV}$ [kWh/měs.]	11408	10304	11408	11040	11408	11040	11408	11408	11040	11408	11040	11408

Rozepsané měsíční potřeby TV

PARAMETRY SOLÁRNÍCH KOLEKTORŮ - KŘIVKA ÚČINNOSTI JE VZTAŽENA K PLOŠE APERTURY

Optická účinnost η_0 (0 až 1) ???

Lineární součinitel tepelné ztráty kolektoru α_1 W/m².K ???

Kvadratický součinitel tepelné ztráty kolektoru α_2 W/m².K² ???

Počet kolektorů ks ???

Plocha apertury solárního kolektoru A_{k1} m² ???

Celková plocha apertury kolektorů m²

Střední denní teplota v solárních kolektorech $t_{k,m}$???

Srážka z tepelných zisků kolektorů vlivem tep. ztrát p ???

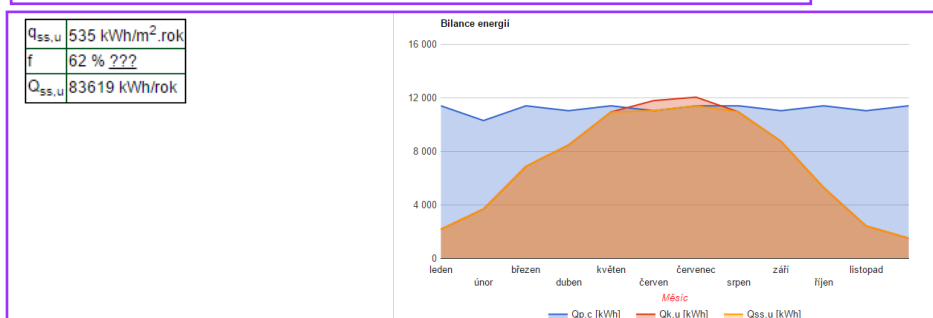
Sklon kolektoru β ° ???

Azimut kolektoru γ (jih = 0°) ° ???

Doplňené parametry vybraného solárního kolektoru, počet a umístění kolektoru

měsíc	n dny	t_{ep} °C	t_{es} °C	$G_{T,m}$ W/m ²	η_k	$H_{T,den}$ kWh/m ² .den	$H_{T,měs}$ kWh/m ²	$Q_{k,u}$ kWh	$Q_{p,TV}$ kWh	$Q_{p,VYT}$ kWh	$Q_{p,BV}$ kWh	$Q_{p,c}$ kWh	$Q_{ss,u}$ kWh
leden	31	-1.5	2.2	418	0.57	1.1	34.1	2189	11408	0	0	11408	2189
únor	28	0	3.4	489	0.6	1.97	55.2	3699	10304	0	0	10304	3699
březen	31	3.2	6.5	535	0.62	3.2	99.2	6887	11408	0	0	11408	6887
duben	30	8.8	12.1	527	0.63	3.96	118.8	8483	11040	0	0	11040	8483
květen	31	13.6	16.6	521	0.65	4.84	150	10946	11408	0	0	11408	10946
červen	30	17.3	20.6	517	0.66	5.29	158.7	11794	11040	0	0	11040	11040
červenec	31	19.2	22.5	512	0.67	5.19	160.9	12053	11408	0	0	11408	11408
srpen	31	18.6	22.6	515	0.67	4.71	146	10948	11408	0	0	11408	10948
září	30	14.9	19.4	516	0.66	3.95	118.5	8755	11040	0	0	11040	8755
říjen	31	9.4	13.8	488	0.63	2.4	74.4	5310	11408	0	0	11408	5310
listopad	30	3.2	7.3	427	0.6	1.21	36.3	2434	11040	0	0	11040	2434
prosinec	31	-0.2	3.5	387	0.57	0.77	23.9	1519	11408	0	0	11408	1519
CELKEM							1176	85018	134320	0	0	134320	83619

Výsledné hodnoty získané z tzb-info.cz



Výsledné zisky solární energie vyjádřené číselně i graficky

CELKOVÉ SOLÁRNÍ ZISKY
Q = 83 619 kWh/rok

5.3.3. VÝPOČET SOLÁRNÍCH ZISKŮ DLE PROGRAMU DESIGN BUILDER

5.3.3.1. BODOVÝ POSTUP

1. nakreslení objektu dle výkresů v programu autocad
2. umístění objektu do určitého podnebí Česká Republika - Praha
3. nakreslení solárních kolektorů
4. definování solárních kolektorů
5. analýza proběhlé simulace

5.3.3.2. FUNKČNOST MODELU

1.

Prvním úkolem bylo správně nakreslit mnou zvolený objekt. Při samotném kreslení byl asi největší problém v kreslení pultových střech, kde bylo nutné hmotu oříznout a vymazat správnou část hmoty.

Další problematickou částí bylo kreslení oken, protože budova je ve své střední části bohatě prosklená. Při dodržení zakreslení prosklení podle návrhu studie, DB nedokázal správně přechít objekt a u simulace nacházel chybu.

Tento problém jsem opravila tím, že jsem mírně zmenšila prosklenou plochu střední části a zvětšila odsazení oken od terénu. Po zmiňované mírné úpravě proběhla simulace v pořádku.

Mimo vnějšího pláště jsem v budově vymodelovala i příčky a veškeré vnitřní konstrukce a také jsem budovu rozdělila do jednotlivých zón.

2.

Komunitní centrum je situováno v Praze.

V DB jsem proto nastavila v *location-template* lokaci PRAHA/RUZYŇĚ a v *region* jsem zvolila CZECH REPUBLIC.

3. a 4.

Když byl takto definovaný objekt komunitního centra, mohla jsem se pustit do samotného návrhu solárních kolektorů.

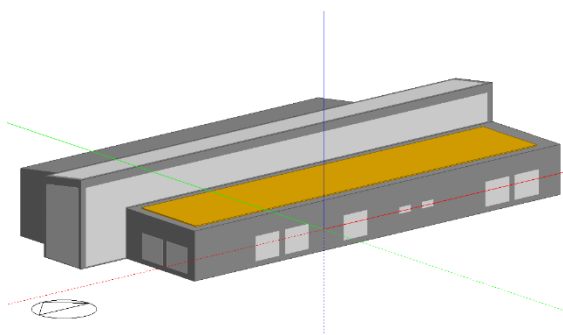
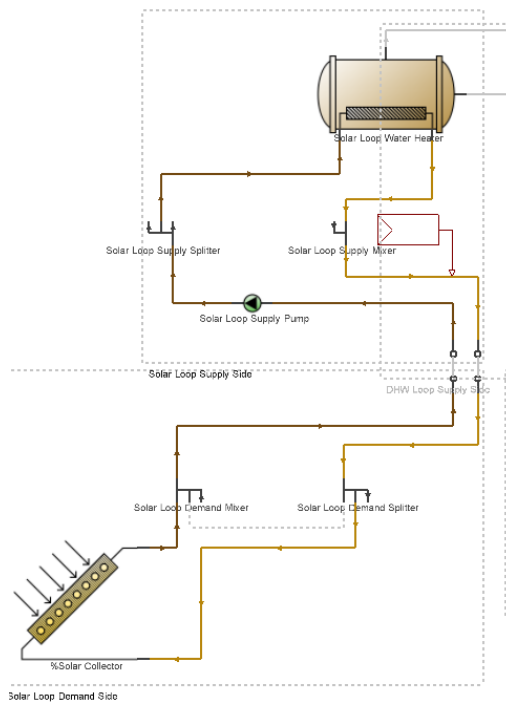
Umístění budovy vzhledem ke světovým stranám bylo nejvýhodnější kolektory navrhnout na střechu jednopodlažní části, ve které se nachází tělocvična, bazén a kavárna.

Tato část objektu je situována přímo na Jih +/- 5°.

Další části budovy není tak výhodné využít k návrhu a instalaci kolektorů.

Na střechu objektu jsem nakreslila požadovanou soustavu kolektorů.

Návrh jsem zjednodušila a nakreslila jsem pouze jeden velký kolektor, který má stejnou plochu jako soustava kolektorů.

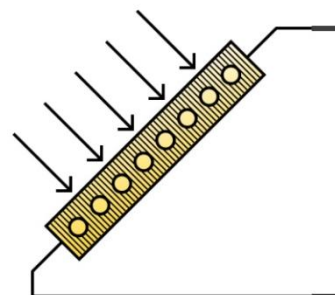


Dle dalších pokynů jsem v nastavení musela přepnout HVAC na *detailed* a na základě této úpravy se mi na kartě *navigace – site* načel HVAC systém, který jsem mohla libovolně upravit. Mohla jsem nastavit i samotný kolektor, nejprve ho bylo nutné přiřadit k mnou nakreslenému a poté z volby nabídky jsem mohla vybrat výrobce a typ kolektoru a zvolit si jednotlivé parametry.

Z nabídky kolektorů jsem vybrala:

Vakuový trubicový kolektor Apricus ETC-30 (viz příloha).

Kolektory jsou orientovány na jih, úhle natočení je 45° pro jejich využívání pro celý rok.



Pak už jen stačilo zapnout simulaci a nechat si DB vygenerovat roční zisky solární soustavy.

Provedla jsem simulaci a zjistila jsem CELKOVÉ SOLÁRNÍ ZISKY $Q = 84\,652,56$ kWh/rok.

On-Site Thermal Sources

	Heat [kWh]	Percent Heat [%]
Water-Side Heat Recovery	0.00	0.00
Air to Air Heat Recovery for Cooling	0.00	0.00
Air to Air Heat Recovery for Heating	0.00	0.00
High-Temperature Geothermal*	0.00	0.00
Solar Water Thermal	84652.56	100.00
Solar Air Thermal	0.00	0.00
Total On-Site Thermal Sources	84652.56	100.00

optická denní účinnost kolektoru	Ak1 [m ²]	2,84
optická denní účinnost kolektoru	η_0	0,714
lineární součinitel tepelné ztráty	$\alpha 1$ [W/m ² K]	1,243
kvadratický součinitel tepelné ztráty	$\alpha 2$ [W/m ² K]	0,009
prům. teplota kapaliny v kolektoru během dne	tm [°C]	40

5.3.4. ZHODNOCENÍ VÝPOČTU

CELKOVÉ SOLÁRNÍ ZISKY

EXCEL	84 383 kWh/rok
TZB-INFO.CZ	83 619 kWh/rok
DESIGN BUILDER	84 653 kWh/rok

Jak můžeme vidět z tabulky, jednotlivé hodnoty z výstupů jsou hodně podobné, ne však totožné. Tahle nepřesnost vznikla hlavně rozdílným dosazováním hodnot. Například v DB nebylo možné upravit veškeré hodnoty, některé hodnoty jsou do výpočtu vkládány automaticky, dále databáze jednotlivých kolektorů mě také limitovala. Navíc z programu DB jsem byla schopná získat pouze celkový solární zisk za rok, ale už nedokázal vypočítat jednotlivé solární zisky za měsíc...

Také na stránkách tzb-info.cz vznikly drobné rozdíly oproti mému výpočtu z excelu.

Proto k dalšímu výpočtu budu používat pouze excel, který mi dává největší možnosti, co se týká výpočtu.

5.4 POROVNÁNÍ SOLÁRNÍCH ZISKŮ PRAHA/MADRID

5.4.1. SOLÁRNÍ ZISKY PRAHA

(viz. příloha)

NÁVRH SOLÁRNÍCH KOLEKTORŮ - ČESKÁ REPUBLIKA														MĚSÍČNÍ POTŘEBA TV
měsíc		leden	únor	březen	duben	květen	červen	červenec	srpen	září	říjen	listopad	prosinec	
den		31	28	31	30	31	30	31	31	30	31	30	31	
popis	veličina	jednotky												
	denní potřeba TV	Q _{TV}	kWh/den	368	368	368	368	368	368	368	368	368	368	368
měsíční potřeba TV	Q _{TV}	kWh	11408	10304	11408	11040	11408	11040	11408	11040	11408	11040	11408	
	Q _{TVT}	kWh	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	Q _{TEKSM}	kWh	11408	10304	11408	11040	11408	11040	11408	11408	11040	11408	11408	
teor. možná energie za den na 1 m ² na kolektor	Q _{den, teor}	kWh/m ²	3,4	4,96	6,7	8,06	9,42	9,64	2,7	3,4	4,96	6,7	8,06	
poměrná doba slun. svitu	τ - Praha		0,21	0,32	0,42	0,45	0,51	0,54	0,55	0,55	0,53	0,37	0,21	
skutečná dopadající energie	Q _{den, teor, stf}	kWh/m ²	0,714	1,5872	2,814	3,627	4,8042	5,2056	1,485	1,87	2,6288	2,479	1,3188	
prům. venkovní teplota v době slunečního svitu	t _{es}	°C	2,2	3,4	6,5	12,1	16,6	20,6	22,5	22,6	19,4	13,8	7,3	
střední denní slun. ozáření uvažované plochy solárního kolektoru	G _{T, stf}	W/m ²	418	489	535	527	521	517	512	515	516	488	427	
účinnost kolektoru	η _k		0,16	0,28	0,36	0,42	0,47	0,51	0,53	0,53	0,49	0,40	0,25	
průměrná denní účinnost solár. kolektoru	η _k		0,57	0,60	0,62	0,63	0,65	0,66	0,67	0,67	0,66	0,63	0,60	
denní dávka slun. Ozáření dopadající na kolektor	H _{T, den}	kWh/m ² den	1,1	1,97	3,2	3,96	4,84	5,29	5,19	4,71	3,95	2,4	1,21	
měsíční dávka slun. Ozáření dopadající na kolektor	H _{T, měsíc}	kWh/m ²	34,1	55,16	99,2	118,8	150,04	158,7	160,89	146,01	118,5	74,4	36,3	
denní měrný tepelný zisk	q _T	kWh/m ²	0,63	1,17	1,98	2,51	3,14	3,50	3,46	3,14	2,60	1,52	0,72	
aperturní plocha	A _k	m ²	643	346	204	161	129	116	117	129	156	266	561	
počet kolektorů	P _k	ks	226	122	72	57	45	41	41	45	55	94	198	
zisky solární soustavy	Q _{ku}	kWh	2217	3745	6973	8589	11083	11942	12204	11085	8865	5376	2465	
využitelné zisky solární soustavy	Q _{ssu}	kWh	2217	3745	6973	8589	11083	11040	11408	11085	8865	5376	2465	
procento solárního pokrytí za rok	f	%	62,82											

CELKOVÉ SOLÁRNÍ ZISKY

PRAHA

Q = 84 383 kWh/rok

Celkové solární zisky nám vycházejí velmi příznivě.

Jsme schopni dosáhnout solárního pokrytí 62,82% za rok. V létě dokonce dosáhneme tolika zisků, že nejsme schopni je všechny využít.

5.4.1.1. Shrnutí návrhu solárních kolektorů pro Komunitní centrum umístěné v PRAZE:

Roční potřeba tepla na ohřev TV:

Q_{tv} = 134 320 kWh/rok

celkové solární zisky:

Q_{ss,u} = 84 383 kWh/rok

solárního pokrytí:

f = 62,82%

kolektor:

vakuový, Apricus ETC-30

orientace kolektorů:

jih

úhel natočení:

45°

počet kolektorů:

55

materiál potrubí:

měď

typ zapojení:

Tichelamanův

teplonosná látka:

vodní roztok propylenglykolu

Solární soustava bude napojena na výměník zásobníku TV, oběh teplonosné látky bude zajišťovat čerpadlová soustava.

5.4.2. SOLÁRNÍ ZISKY MADRID – stejné výchozí podmínky

(viz. příloha)

NÁVRH SOLÁRNÍCH KOLEKTORŮ - ŠPÁNĚLSKO, MADRID														MĚSÍČNÍ POTŘEBA TV
měsíc		leden	únor	březen	duben	květen	červen	červenec	srpen	září	říjen	listopad	prosinec	
den		31	28	31	30	31	30	31	31	30	31	30	31	
popis	veličina	jednotka												
	denní potřeba TV	Q _{TV}	kWh/dia	368	368	368	368	368	368	368	368	368	368	368
měsíční potřeba TV	Q _{TV}	kWh	11408	10304	11408	11040	11408	11040	11408	11040	11408	11040	11408	
	Q _{TVT}	kWh	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	Q _{TEKSM}	kWh	11408	10304	11408	11040	11408	11040	11408	11408	11040	11408	11408	
teor. možná energie za den na 1 m ² na kolektor	Q _{den, teor}	kWh/m ²	2,27	3,25	4,65	5,75	6,6	7,74	8,04	7	5,47	3,56	2,43	
poměrná doba slun. svitu	τ - Madrid		0,33	0,38	0,38	0,40	0,40	0,40	0,40	0,38	0,36	0,33	0,31	
skutečná dopadající energie	Q _{den, teor, stf}	kWh/m ²	0,7491	1,21875	1,74375	2,3	2,64	3,096	3,216	2,8	2,05125	1,335	0,8019	
prům. venkovní teplota v době slunečního svitu	t _{es}	°C	4,9	6,5	10	13	15,7	20,6	24,2	23,6	19,8	14	8,9	
prům. venkovní teplota v době slunečního svitu	t _{es}	°C	6	8	11	13	18	23	28	26	21	15	7	
střední denní slun. ozáření uvažované plochy solárního kolektoru	G _{T, stf}	W/m ²	582,78	581,81	631,53	592,64	576,9	600,62	633,33	603,9	626,42	576,96	550,78	
účinnost kolektoru	η _k		0,39	0,40	0,47	0,48	0,49	0,56	0,61	0,59	0,56	0,48	0,40	
průměrná denní účinnost solár. kolektoru	η _k		0,62	0,63	0,64	0,65	0,65	0,67	0,68	0,68	0,67	0,65	0,63	
denní dávka slun. Ozáření dopadající na kolektor	H _{T, den}	kWh/m ² den	3,01	3,99	4,81	5,56	5,29	5,53	6,22	6,23	5,13	4,09	3,45	
měsíční dávka slun. Ozáření dopadající na kolektor	H _{T, měsíc}	kWh/m ²	93,155	111,832	148,9705	166,86	163,835	165,9	192,9378	193,037	153,948	126,821	103,581	
denní měrný tepelný zisk	q _T	kWh/m ²	1,86	2,50	3,09	3,59	3,45	3,70	4,23	4,21	3,43	2,65	2,17	
aperturní plocha	A _k	m ²	217	162	131	113	117	110	96	96	118	153	187	
počet kolektorů	P _k	ks	76	57	46	40	41	39	34	34	42	54	66	
zisky solární soustavy	Q _{ku}	kWh	6578	7960	10893	12280	12172	12623	14927	14864	11711	9350	7407	
využitelné zisky solární soustavy	Q _{ssu}	kWh	6578	7960	10893	11040	11408	11040	11408	11040	9350	7407	7664	
procento solárního pokrytí za rok	f	%	87,25											

5.4.2.1. POSTUP OSAZENÍ OBJEKTU DO ŠPANĚLSKA, MADRID

Pro porovnání, jak velkých zisků můžeme dosáhnout pouhou změnou polohy, jsem nechala počáteční hodnoty stejné, stejný počet kolektorů. Změnila jsem pouze hodnoty související s umístěním budovy v Madridu.

Nejobtížnější bylo najít tyto hodnoty:

- průměrná venkovní teplota v době slunečního svitu
- teoreticky možná sluneční energie za den na 1 m²
- poměrná doba slunečního svitu

1. Hodnoty, které zůstávají stejné jak pro PRAHU tak pro MADRID:

- měsíce
- měsíční potřeba TV
- roční potřeba TV
- stejný typ solárního kolektoru a počet

2. Hodnoty, které jsem musela najít pro lokaci MADRID

- teoreticky možná energie za den na 1 m²
- poměrná doba slunečního svitu
- průměrná venkovní teplota v době slunečního svitu
- střední denní slunečního ozáření uvažované plochy solárního kolektoru
- denní dávka slunečního ozáření dopadající na kolektor

3. Hodnoty které jsem vypočítala:

- skutečná dopadající energie
- účinnost kolektrom
- průměrná denní účinnost solárního kolektoru
- měsíční dávka slunečního ozáření dopadající na kolektor
- denní měrný tepelný zisk
- aperturní plocha
- počet kolektorů
- zisky solární soustavy
- využitelné zisky solární soustavy
- procento solárního pokrytí za rok

<i>CELKOVÉ SOLÁRNÍ ZISKY</i>	<i>– stejný počet kolektorů (55)</i>
PRAHA	Q = 84 383 kWh/rok
MADRID	Q = 117 195 kWh/rok

V příloze (excel) můžeme najít a porovnat rozdílné hodnoty, které se nám změní pouhou změnou umístění objektu.

5.4.2.2. Shrnutí návrhu solárních kolektorů pro Komunitní centrum umístěné v MADRIDU:

Roční potřeba tepla na ohřev TV:	Q_{tv} = 134 320 kWh/rok
celkové solární zisky:	Q_{ss,u} = 117 195 kWh/rok
solárního pokrytí:	f = 87,25 %
kolektor:	vakuový, Apricus ETC-30
orientace kolektorů:	jih
úhel natočení:	45°
počet kolektorů:	55
materiál potrubí:	měď
typ zapojení:	Tichelamanův
teplonosná látka:	vodní roztok propylenglykolu

Solární soustava bude napojena na výměník zásobníku TV, oběh teplonosné látky bude zajišťovat čerpadlová soustava.

5.4.3. SOLÁRNÍ ZISKY MADRID – upravený počet solárních kolektorů

(viz. příloha)

NÁVRH SOLÁRNÍCH KOLEKTORŮ - ŠPANEĚLSKO, MADRID													MĚSÍČNÍ POTŘEBA TV
měsíc	leden	únor	březen	duben	květen	červen	červenec	srpen	září	říjen	listopad	prosinec	
den	31	28	31	30	31	30	31	31	30	31	30	31	
denní potřeba TV	Q _{tv}	kWh/dla	368	368	368	368	368	368	368	368	368	368	368
měsíční potřeba TV	Q _{tv}	kWh	11408	10304	11408	11040	11408	11040	11408	11040	11408	11040	11408
	Q _{tv}	kWh	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Q _{trm}	kWh	11408	10304	11408	11040	11408	11040	11408	11040	11408	11040	11408
teor. možná energie za den na 1 m ²	Q _{den, teor}	kWh/m ²	2,27	3,25	4,65	5,75	6,6	7,74	8,04	7	5,47	2,43	1,87
poměrná doba slun. svitu	t _s - Madrid		0,39	0,38	0,38	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,38	0,33	0,31
skutečná dopadající energie	Q _{den, teor+kt}	kWh/m ²	0,7491	1,21875	1,74375	2,3	2,64	3,096	3,216	2,8	2,05125	1,335	0,8019
prům. venkovní teplota v době slunečního svitu	t _{ex}	°C	4,9	6,5	10	13	15,7	20,6	24,2	23,6	19,8	14	8,9
prům. venkovní teplota v době slunečního svitu	t _{ex}	°C	6	8	11	13	18	23	28	26	21	15	7
střední denní slun. ozáření uvažované plochy solárního kolektoru	G _{T,MD}	W/m ²	582,78	581,81	631,53	592,64	576,9	600,62	633,33	603,9	626,42	576,96	556,6
střední denní slun. ozáření uvažované plochy solárního kolektoru	G _{T,MD}	W/m ²	418	489	535	527	1128	995	1110	1495	2119	588	387
účinnost kolektoru	η _k		0,39	0,40	0,47	0,48	0,49	0,56	0,61	0,59	0,56	0,48	0,40
průměrná denní účinnost solár. kolektoru	η _k		0,62	0,63	0,64	0,65	0,65	0,67	0,68	0,68	0,65	0,63	0,62
denní dávka slun. Ozáření dopadající na kolektor	H _{T,den}	kWh/m ² /den	3,01	3,99	4,81	5,56	5,29	5,53	6,22	6,23	5,13	4,09	3,45
měsíční dávka slun. Ozáření dopadající na kolektor	H _{T,měsíc}	kWh/m ²	93,155	111,832	148,9705	166,86	163,835	165,9	192,9378	193,037	153,948	126,821	108,8937
denní měrný tepelný zisk	q _k	kWh/m ²	1,86	2,50	3,09	3,59	3,45	3,70	4,23	4,21	3,43	2,65	2,17
aperturní plocha	A _k	m ²	217	162	131	113	117	110	96	96	118	153	187
počet kolektorů	P _k	ks	76	57	46	40	41	39	34	34	42	54	66
zisky solární soustavy	Q _{su}	kWh	5023	6078	8318	9377	9295	9640	11399	11351	8943	7140	5656
využitelné zisky solární soustavy	Q _{ss,u}	kWh	5023	6078	8318	9377	9295	9640	11399	11351	8943	7140	5656
procento solárního pokrytí za rok	f	%							73,01				

Jak jsme viděli ve srovnání (5.4.2.), při ponechání stejného počtu solárních kolektorů jsme schopni dosáhnout velkých solárních zisků, pohybujeme se až na hranici 88%. Tyto zisky jsou ovšem až nereálné a účinnosti 88% nelze s normálními kolektory dosáhnout. Proto je nutné snížit počet solárních kolektorů, pro získání dostatečného množství obnovitelné energie nám bude stačit 42 solárních kolektorů.

CELKOVÉ SOLÁRNÍ ZISKY

PRAHA (55 SOLÁRNÍCH KOLEKTORŮ)	Q = 84 383 kWh/rok
MADRID (55 SOLÁRNÍCH KOLEKTORŮ)	Q = 117 195 kWh/rok
MADRID (42 SOLÁRNÍCH KOLEKTORŮ)	Q = 98 072 kWh/rok

Z následného porovnání můžeme vidět, že při snížení počtu kolektorů o 13 jsem byla stále schopna dosáhnout velmi pěkného solárního zisku, s procentem solárního pokrytí okolo 73 %.

Toto číslo se může zdát velké také v podmínkách ČR, kde bychom ho nikdy reálně nemohli dosáhnout. Ve Španělsku je to však možné z důvodu celkově větších solárních zisků v jednotlivých zimních měsících. Ve španělských knihách jsem se setkala i s účinností větší než 78%.

5.4.3.1. Shrnutí návrhu solárních kolektorů pro Komunitní centrum umístěné v MADRIDU:

Roční potřeba tepla na ohřev TV:

Q_{tv} = 134 320 kWh/rok

celkové solární zisky:

Q_{ss,u} = 98 072 kWh/rok

solárního pokrytí:

f = 73,01 %

kolektor:

vakuový, Apricus ETC-30

orientace kolektorů:

jih

úhel natočení:

45°

počet kolektorů:

42

materiál potrubí:

měď

typ zapojení:

Tichelamanův

teplonosná látka:

vodní roztok propylenglykolu

Solární soustava bude napojena na výměník zásobníku TV, oběh teplonosné látky bude zajišťovat čerpadlová soustava.

5.4.4. SOLÁRNÍ ZISKY MADRID – podobné procento solárního pokrytí za rok (viz. příloha)

NÁVRH SOLÁRNÍCH KOLEKTORŮ – ŠPANEĽSKO, MADRID														MĚSÍČNÍ POTŘEBA TV	
měsíc			leden	únor	březen	duben	květen	červen	červenec	srpen	září	říjen	listopad		prosinec
den			31	28	31	30	31	30	31	31	30	31	30		31
denní potřeba TV	Q _{TV}	kWh/diá	368	368	368	368	368	368	368	368	368	368	368	368	
měsíční potřeba TV	Q _{TV}	kWh	11408	10304	11408	11040	11408	11040	11408	11408	11040	11408	11040	11408	
	Q _{TVT}	kWh	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	Q _{TVTAL}	kWh	11408	10304	11408	11040	11408	11040	11408	11408	11040	11408	11040	11408	
teor. možná energie za den na 1 m ²	Q _{den, teor}	kWh/m ²	2,27	3,25	4,65	5,75	6,6	7,74	8,04	7	5,47	3,56	2,43	1,87	
poměrná doba slun. svitu	t – Madrid		0,33	0,38	0,38	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,38	0,38	0,33	0,31	
skutečná dopadající energie	Q _{den, teor-hst}	kWh/m ²	0,7491	1,21875	1,74375	2,3	2,64	3,096	3,216	2,8	2,05125	1,335	0,8019	0,584375	
prům. venkovní teplota v době slunečního svitu	t _{es}	°C	4,9	6,5	10	13	15,7	20,6	24,2	23,6	19,8	14	8,9	5,6	
prům. venkovní teplota v době slunečního svitu	t _{es}	°C	6	8	11	13	18	23	28	26	21	15	11	7	
střední denní slun. ozáření uvažované plochy solárního kolektoru	G _{T,MD}	W/m ²	582,78	581,81	631,53	592,64	576,9	600,62	633,33	603,9	626,42	576,96	550,78	556,6	
střední denní slun. ozáření uvažované plochy solárního kolektoru	G _{T,MD}	W/m ²	418	489	535	527	1128	995	1110	1495	2119	588	427	387	
účinnost kolektoru	η _k		0,39	0,40	0,47	0,48	0,49	0,56	0,61	0,59	0,56	0,48	0,40	0,37	
průměrná denní účinnost solár. kolektoru	η _k		0,62	0,63	0,64	0,65	0,65	0,67	0,68	0,68	0,67	0,65	0,63	0,62	
denní dávka slun. Ozáření dopadající na kolektor	H _{T,den}	kWh/m ² /den	3,01	3,99	4,81	5,56	5,29	5,53	6,22	6,23	5,13	4,09	3,45	3,51	
měsíční dávka slun. Ozáření dopadající na kolektor	H _{T,měsíc}	kWh/m ²	93,155	111,832	148,9705	166,86	163,835	165,9	192,9378	193,037	153,948	126,821	103,581	108,8937	
denní měrný tepelný zisk	q _k	kWh/m ²	1,86	2,50	3,09	3,59	3,45	3,70	4,23	4,21	3,43	2,65	2,17	2,17	
aperturní plocha	A _k	m ²	217	162	131	113	117	110	110	96	118	153	187	186	
počet kolektorů	P _k	ks	76	57	46	40	41	39	34	34	42	54	66	66	
zisky solární soustavy	Q _{ku}	kWh	4305	5210	7130	8038	7967	8262	9771	9729	7665	6120	4848	5016	
využitelné zisky solární soustavy	Q _{su}	kWh	4305	5210	7130	8038	7967	8262	9771	9729	7665	6120	4848	5016	
procento solárního pokrytí za rok	f	%							62,58						

Tady můžeme z tabulky vidět stav, jak by to vypadalo, kdybychom chtěli dosáhnout podobných výsledků v Madridu a Praze.

CELKOVÉ SOLÁRNÍ ZISKY

PRAHA (55 SOLÁRNÍCH KOLEKTORŮ)	Q = 84 383 kWh/rok
MADRID (55 SOLÁRNÍCH KOLEKTORŮ)	Q = 117 195 kWh/rok
MADRID (42 SOLÁRNÍCH KOLEKTORŮ)	Q = 98 072 kWh/rok
MADRID (36 SOLÁRNÍCH KOLEKTORŮ)	Q = 84 062 kWh/rok

POROVNÁNÍ LOKACÍ PŘI PODOBNÝCH SOLÁRNÍCH ZISKÁCH A SOLÁRNÍCH POKRYTÍM

MÍSTO	PRAHA	MADRID
POČET KOLEKTORŮ	55	36
CENA ZA SOLÁRNÍ KOLEKTORY	49 300 €	32 300 €
VYUŽITELNÉ ZISKY SOLÁRNÍ SOUSTAVY	84 383 kWh/rok	Q = 84 062 kWh/rok
PROCENTO SOLÁRNÍHO POKRYTÍ	62,82 %	62,58 %

Z tabulky je patrné že při podobných zisků energie a solárního pokrytí jsem schopni ve Španělsku dosáhnout poměrně výrazně levněji. Pro dosažení těchto hodnot nám stačí pouze 36 solárních kolektorů. Díky tomu se výsledná cena na kolektorech liší o 17 000 € (459 000kč).

5.5. ZÁKLADNÍ ČÁSTI SOLÁRNÍCH SYSTÉMŮ

Každý solární systém obsahuje v zásadě tyto hlavní části:

5.5.1. Kolektor

TEORIE:

Kolektory jsou schopny účinně pohlcovat sluneční záření a přeměňovat je na teplo, které se akumuluje do vody. Pracují na principu skleníkového efektu, teplo se zachytává pod skleněným krytem absorberu, ten se zahřívá a odevzdává teplo teplotněmu médiu – většinou kapalině.

Typy slunečních kolektorů:

- Ploché kolektory
- Vakuové kolektory
- Koncentrační kolektory

MNOU VYBRANÝ SOLÁRNÍ KOLEKTOR:

- trubicové kolektory
- kotveny na hliníkový rám
- připojení Tichelman

Vybírala jsem si trubicové kolektory Apricus etc-90 (viz příloha). Trubicové kolektory mají obecně lepší vlastnosti z rozptýleného slunečního záření a lepší účinnost než u plochých solárních kolektorů. Dosahují také vyšších energetických zisků v přechodném období.

Mají lepší izolaci než kolektory deskové, s tím se ovšem pojí i problém neodtávání sněhu na střeše okolo kolektorů. Je-li trubka rozbitá, dá se jednoduše odstranit a nahradit jinou, aniž by byly nutné další opravy. Také se dají jednoduše množstvím trubek v systému regulovat solární zisky.

5.5.2 Zásobník, Výměník tepla

TEORIE:

V solárním zásobníku ohříváme teplou vodu získanou solární energií.

Plocha solárního výměníku musí být dostatečně velká pro co nejlepší předání tepla z teplotně kapalinou do vody zásobníku. Zásobník musí mít takový objem, aby i při velkých venkovních teplotách stačil akumulovat zachycenou energii a nedošlo poškození systému.

Z hygienických důvodů je žádoucí alespoň jednou denně ohřát obsah zásobníku na 60 °C.

Výměník tepla se u solárního okruhu umísťuje v zásobníku co nejnižší.

Nad ním je výměník okruhu ústředního vytápění a nejvýše se umístí elektrické topné těleso.

V solárních systémech je potřeba počítat s tím, že se instalují zásobníky s větším objemem, než je nutné u jiných zdrojů. Je to hlavně z důvodu akumulace energie v době, kdy je dostatečný sluneční svit.

Je také nutné počítat se záložním zdrojem. Který vykryje dobu, kdy sluníčko nesvítí nebo má slabou intenzitu.

MNOU VYBRANÝ ZÁSOBNÍK:

- objem zásobníku = $1,145 \text{ m}^3 = 1\,145 \text{ dm}^3 = \underline{1\,145 \text{ l}}$ (viz příloha), použitý zásobník o objemu 1 250 l

- zásobník z nerezové oceli
- stratifikační typ zásobníku/systém nádoba v nádobě

Nebo je také možno použít zásobníky 2 o menším objemu.

- přenos tepla je nepřímý

5.5.3 Transportní systém

TEORIE:

Musíme si dát pozor na to, že teplota kapaliny může dosahovat teplot až okolo 250°C, nemůžeme tedy volit plastové potrubí. Nutná je kvalitní izolace, abychom zabránili tepelným ztrátám.

Proudění teplotněného média zajišťuje oběhové čerpadlo.

MNOU VYBRANÝ TRANSPORTNÍ SYSTÉM:

- médium kapalina
 - nucený oběh
 - materiál trubek – měď
 - nutná dobrá izolace – minerální nebo ze skleněných vláken, pro teplotu kapaliny max. 45 C = D > 140mm
- Pro maximální teplotu kapaliny 45 °C = D > 140mm

5.5.4 Regulační zařízení, armatury a zabezpečovací zařízení

TEORIE:

Hlavním úkolem regulace je zajistit předání tepla z kolektoru do zásobníku, nikdy ne naopak.

Požadováno je osadit manometr, teploměr, zpětný ventil. Dále potřebujeme zabezpečovací zařízení pro vyrovnání tlaku v důsledku kolísání teplot, proto je nutné do okruhu připojit expanzní nádobu a instalovat pojistný ventil.

5.5.5 Záložní zdroj tepla

TEORIE:

Ne vždy musí být všechny tyto části přítomny a ne vždy jsou oddělené. Například nejjednodušší systém pro ohřev vody může být tvořen pouze tmavě natřeným zásobníkem uloženým v izolovaném boxu s průhledným víkem. Zde je zásobník současně kolektorem a žádné potrubí nebo regulační systém už není zapotřebí. Za takovouto jednoduchost ale pochopitelně platíme malou účinností a krátkou dobou akumulace.

MNOU VYBRANÝ ZÁLOŽNÍ ZDROJ TEPLA:

- plynový kondenzační kotel (viz. generel tzb, vytápění, příprava TV)

6. EKONOMICKÉ ZHODNOCENÍ

6.1 EKONOMICKÁ BILANCE SOLÁRNÍHO SYSTÉMU NA OHŘEV TV

6.1.1. POŘIZOVACÍ NÁKLADY SOLÁRNÍ SOUSTAVY

Solární kolektory nepotřebují dodávat žádnou další energii mimo slunce, aby fungovaly.

Životnost kolektorů se pohybuje okolo 30 let.

Výpočet návratnosti solárních kolektorů jde spíše o odhad (záleží na aktuálních cenách energií).

Kolektory jsou naší investicí do budoucnosti, slunce jako zdroj energie je všude dostupné a je jen na nás, jak ho budeme využívat solární energie je energie čistá, bez emisí, odpadu a nebezpečné radiace.

CENA:	---	solární systém	65%
	---	instalace	15%
	---	projekt	15%
	---	další náklady	5%

- 20-30 m²..... cena 600 – 800 €/m²

- návratnost +/-10 let (bez dotace)

INSTALACE SOLÁRNÍCH KOLEKTORŮ:

PRAHA

EURA [€]

KORUNY [kč]

včetně DPH

Solární kolektory

Zn. Apricus ETC-30, (55x) 2005x2196x136

Včetně systému předávání tepla a systém bezpečnosti, včetně nosné kce - hliníkového roštu

49 300€

1 331 100 Kč

Regulace + expanzní nádoba

Solární stanice, do 55 kolektorů

Systém solární regulace - Logamatic SC10 s trojcestným ventilem

900 €

24 300 Kč

285 €

7 695 Kč

Výměník

Deskový výměník tepla z nerez oceli AISI 316

2 100 €

56 700 Kč

Systém akumulace

Stratigukační zásobník TXE 1500 SM2X s výměníkem Logalux SU/5 300 l

3 830 €

103 200 Kč

Hydraulický systém

Měděné trubky

2 800 €

75 600 Kč

TOTAL

59 200 €

1 598 600 Kč

INSTALACE SOLÁRNÍCH KOLEKTORŮ: MADRID	EURA [€]	KORUNY [kč] včetně DPH
Solární kolektory Zn. Apricus ETC-30, (36x) 2005x2196x136 Včetně systému předávání tepla a systém bezpečnosti, včetně nosné kce - hliníkového roštu	32 300 €	872 100 kč
Regulace + expanzní nádoba Solární stanice, do 55 kolektorů Systém solární regulace - Logamatic SC10 s trojcestným ventilem	900 € 285 €	24 300 kč 7 695 kč
Výměník Deskový výměník tepla z nerez oceli AISI 316	2 100 €	56 700 kč
Systém akumulace Stratigukační zásobník TXE 1500 SM2X s výměníkem Logalux SU/5 300 l	3 830 €	103 200 kč
Hydraulický systém Měděné trubky	2 800 €	75 600 kč
TOTAL	42 200 €	1 139 600 kč

6.1.2. ROČNÍ NÁKLADY NA OHŘEV TV

Celková roční potřeba tepla na ohřev TV	Qrok = 134 320 kWh/rok = 134,32 MWh/rok
Roční potřeba tepla na ohřev TV krytá solárními kolektory	Qroksol = 84 383 kWh/rok = 84,4 MWh/rok
Cena energie na provoz oběhového čerpadla = 2,30kč/kWh (Čerpadlová skupina S2 Solar 30, WILO, SRS3 E, 2-12 l/min, Cu 22), spotřeba 57 kWh/rok Náklady na provoz oběhového čerpadla	Q = 131,1 kč/rok
Roční potřeba tepla krytá kotlem na ZP	Qrok = 49,92 MWh/rok = 179,712 GJ/rok
Výhřevnost ZP	Qi = 34,4 MJ/m ³
Účinnost kotle	102 %
Roční spotřeba ZP	5 122 m ³ /rok
Cena paliva	15 kč/ m ³ /
Náklady na ZP	76 830 kč/rok
CELKOVÉ NÁKLADY (bez solárních kolektorů)	206 720 kč/rok
úspora	129 887 kč/rok

Při instalaci solárního systému, který nám zajišťuje přípravu TV, můžeme dosáhnout ročních úspor až 129 887 kč.

6.1.3. NÁVRATNOST INVESTICE

Ni	Počáteční náklady	Ni = 1 598 600 kč
Np	Provozní náklady	Np = 0 kč/rok
Tž	Životnost zařízení	Tž = 30 let
R	Roční úspora	R = 129 887 kč/rok
Ds	Diskontní sazba	Ds = 0,25%

CASH-FLOW

Peněžní tok, je rozdíl mezi příjmy a výdaji za určité časové období a slouží k výpočtu prosté doby návratnosti
 $CF = R - Np = 129 887 \text{ kč}$

PROSTÁ DOBA NÁVRATNOSTI

Je to doba potřebná ke splacení investičních nákladů, slouží jen jako první orientační hodnocení projektu.

$$Tn = \frac{Ni}{CF} = 12,3 \text{ let}$$

DISKONTOVANÁ DOBA NÁVRATNOSTI

Doba návratnosti respektující časovou hodnotu peněz.

$$T_s = \frac{\ln \frac{1}{1 - T_n \cdot D_s}}{\ln(1 + D_s)} = 12,5 \text{ let}$$

Vidíme, že při využití daného typu solárních kolektorů se nám investice vrátí do 12,5 let.

6.2 POROVNÁNÍ CEN ENERGIÍ ČESKÁ REPUBLIKA/ŠPANĚLSKO

Potřeba tepla na ohřev TV:

Q_{tv} = 368 kWh/den

Roční potřeba tepla na ohřev TV:

Q_{tv} = 134 320 kWh/rok = 134,320 MWh/rok

Solární zisky:

Q_{ss,u} = 84 383 kWh/rok = 84,4 MWh/rok

Roční potřeba tepla na ohřev TV (bez sol. zisků)

Q_{ss,u} = 49 937 kWh/rok = 49,94 MWh/rok

6.2.1 VARIANTY CEN ZEMNÍ PLYN

město	Typ zdroje	tarif 2015	cena [€/kWh]	cena [€/kWh] 1/100	Potřeba energie (bez kolektorů) [kWh]	Potřeba energie (s použitím kolektorů) [kWh]	celk. cena bez kolektorů [€]	celk. cena s kolektory [€]
MADRID	ZP	TUR2	7	0,07	134 320	49 937	9 402,4	3 495,6
PRAHA	ZP	TUR2	3	0,03	134 320	49 937	4 247,2	1 498,1

6.2.2 VARIANTY CEN ELEKTRINA

město	Typ zdroje	tarif 2015	cena [€/MWh]	Potřeba energie (bez kolektorů) [MWh]	Potřeba energie (s použitím kolektorů) [MWh]	celk. cena bez kolektorů [€]	celk. cena s kolektory [€]
MADRID	ELEKTRINA	celková cena	62,43	134,320	49,937	8 385,6	3 117,6
PRAHA	ELEKTRINA	celková cena	55	134,320	49,937	7407,4	2 746,5

7. ZÁVĚR

Díky této studii jsem si více osvojila znalosti ohledně solární energie a také její aplikace v rozdílných klimatických podmínkách. Porovnáním obou lokalit jsem zjistila, že je celkem zásadní v jakých podnebných pásmech kolektory umístíme a to především proto, že v jižních zemích jsme schopni získat větší množství energie, neboť je zde vyšší intenzita slunečního záření a tudíž i větší počet slunečních hodin za rok. Tyto vstupní podmínky se velkou měrou projeví v pořizovací ceně (čím jižněji, tím je možno použít menší počet solárních kolektorů). Z toho vyplývá, že pro menší počet kolektorů potřebujeme menší plochu pro umístění solárních kolektorů, proto lze kolektory umístit i na menší objekty.

V konečném důsledku jsem velmi ráda, že mi bylo umožněno zmiňovanou studii zpracovat přímo na místě při mém semestrálním studiu na univerzitě v Madridu. Solární energie je z mého pohledu velmi zajímavé téma a ráda bych se mu věnovala i v budoucnu.

8. POUŽITÉ ZDROJE

- [1] - HALAHYJA, Martin; VALÁŠEK, Jaroslav. Solárna energia a jej využitie. Vyd.1. Bratislava : Alfa, 1983. 298 s.
- [2] – Beranovský, J. – Truxa, J.: Alternativní energie pro váš dům. ERA, Brno 2004; 126stran, edice: 21. Století. ISBN: 80-86517-89-6
- [3] - Průměrný roční úhrn globálního záření na území ČR [online]. [cit. 20. února 2010]. Dostupné z <<http://www.geminox.cz/cz/solarni-sestavy>>
- [4] - Kniha: Solární energie pro váš dům, Karel Murtinger, ERA group, 2005
- [5] - CIHELKA, J. : Sluneční vytápěcí systémy. 1. vyd. SNTL – Nakladatelství technické literatury, n.p., Praha 1984. 208 s. ISBN 04-236-84
- [6] - *Wikipedie* [online]. [cit. 2011-04-14]. Dostupné na World Wide Web
- [7] - obr, slunečního záření v ČR <http://www.elektrozestrechy.cz/Slunecni-zareni-v-CR.aspx>
- [8] - obr, slunečního záření ve Španělsku, <http://www.oficinacambioclimaticosantander.es/opencms/opencms/Energia.Solar>
- [9] - statistické údaje spotřeby primární energie, <https://knoema.com/BPWES2014/bp-statistical-review-of-world-energy-2015-main-indicators?location=1000420-czech-republic>