

ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE
FAKULTA STAVEBNÍ
KATEDRA TECHNICKÝCH ZAŘÍZENÍ BUDOV



ÚSPORNÝ ZPŮSOB VYTÁPĚNÍ BYTOVÉHO DOMU
BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

Rita Mádrová

Vedoucí bakalářské práce: doc. Ing. Michal Kabrhel, Ph.D.



2021/2022

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE


I. OSOBNÍ A STUDIJNÍ ÚDAJE

Příjmení: <u>Mádrová</u>	Jméno: <u>Rita</u>	Osobní číslo: <u>484387</u>
Zadávací katedra: <u>Katedra Technických zařízení budov</u>		
Studijní program: <u>Stavební inženýrství</u>		
Studijní obor: <u>Konstrukce pozemních staveb</u>		

II. ÚDAJE K BAKALÁŘSKÉ PRÁCI

Název bakalářské práce: <u>Návrh úsporného vytápění bytového objektu</u>	
Název bakalářské práce anglicky: <u>Design of the energy-saving heating system in the apartment building</u>	
Pokyny pro vypracování: Projekt vytápění bytového objektu s důrazem na úsporné systémy. Textová část - technická zpráva, výpočet tepelných ztrát, návrh otopných ploch, návrh systému vytápění, návrh zdroje tepla, základní energetické výpočty. Výkresová část - půdorysy, řez, detail technické místnosti, funkční schéma.	
Studie na téma Využití obnovitelných zdrojů energie pro bytový dům	
Seznam doporučené literatury: Kabele, Karel : TECHNICKÁ ZAŘÍZENÍ BUDOV. Vytápění. ČVUT. Praha 2014. ISBN 978-80-01-05203-7 ČSN EN 12831-1 Energetická náročnost budov - Výpočet tepelného výkonu - Část 1: Tepelný výkon pro vytápění ČSN EN 12828+A1 Tepelné soustavy v budovách - Navrhování teplovodních otopných soustav.	
Jméno vedoucího bakalářské práce: <u>doc. Ing. Michal Kabrhel, Ph.D.</u>	
Datum zadání bakalářské práce: <u>16.2.2022</u>	Termín odevzdání BP v IS KOS: <u>15.5.2022</u> <i>Údaj uveďte v souladu s datem v časovém plánu příslušného ak. roku</i>
 Podpis vedoucího práce	 Podpis vedoucího katedry

III. PŘEVZETÍ ZADÁNÍ

<i>Beru na vědomí, že jsem povinen vypracovat bakalářskou práci samostatně, bez cizí pomoci, s výjimkou poskytnutých konzultací. Seznam použité literatury, jiných pramenů a jmen konzultantů je nutné uvést v bakalářské práci a při citování postupovat v souladu s metodickou příručkou ČVUT „Jak psát vysokoškolské závěrečné práce“ a metodickým pokynem ČVUT „O dodržování etických principů při přípravě vysokoškolských závěrečných prací“.</i>	
<u>16.2.2022</u> Datum převzetí zadání	 Podpis studenta(ky)

Prohlášení

Prohlašuji, že jsem svou bakalářskou práci vypracovala samostatně s použitím uvedené literatury a podkladů.

V Praze dne 2.5.2022

Rita Mádrová

Poděkování

Ráda bych poděkovala svému vedoucímu bakalářské práce panu doc. Ing. Michalovi Kabrhelovi, Ph.D. za odborné vedení, pomoc a rady při zpracování této práce. Dále bych chtěla poděkovat své rodině a blízkým za pomoc a podporu během celého studia.



Obsah

<i>Abstrakt</i>	7
<i>Klíčová slova</i>	7
<i>Abstract</i>	7
<i>Keywords</i>	7
1. <i>Úvod</i>	8
1.1 <i>Seznam použitých symbolů</i>	9
1. <i>Solární energie</i>	10
1.1. <i>Slunce a Země</i>	10
1.2. <i>Přeměny energie</i>	11
1.3. <i>Možnosti využití energie Slunce</i>	11
1.3.1. <i>Nepřímé využití</i>	11
1.3.2. <i>Přímé využití</i>	16
1.4 <i>Podmínky České republiky</i>	17
2. <i>Solární energie pro bytové domy</i>	17
2.1. <i>Důvody instalace</i>	18
3. <i>Podpora státu – dotační program NZÚ</i>	18
3.1. <i>Dotace na fotovoltaiku</i>	19
3.2. <i>Získání dotace</i>	19
4. <i>Prvky solárních soustav</i>	20
4.1. <i>Solární kolektory</i>	20
4.1.1. <i>Rozdělení solárních kolektorů</i>	21
5. <i>Charakteristické parametry solárních kolektorů</i>	23
5.1. <i>Účinnost a výkon</i>	23
6. <i>Technická řešení v praxi</i>	26
6.1. <i>Fotovoltaické systémy</i>	26
6.1.1. <i>Princip fotovoltaiky – fotovoltaický jev</i>	26
6.2. <i>Fotovoltaické systémy - zapojení</i>	27
6.2.1. <i>Systémy on-grid (síťové)</i>	27
6.2.2. <i>Systémy off-grid (ostrovní)</i>	27
6.2.3. <i>Hybridní systémy (HFVE)</i>	27
6.3. <i>Fototermální systémy</i>	28
7. <i>Příklady realizace v zahraničí</i>	29
7. <i>Závěr</i>	35



Abstrakt

V této bakalářské práci je hlavním tématem problematika týkající se vytápění bytových objektů společně s podporou solárních systémů. Práce se skládá z textové a výkresové části. Cílem projektové části je návrh energeticky úsporného systému do vybraného bytového objektu namísto běžných systémů vytápění. Projektová část obsahuje výpočty potřebné k návrhu otopného systému, dimenze a technické listy od výrobců k jednotlivým zařízením, technickou zprávu a výkresy. Textová část obsahuje obecné informace potřebné k návrhu otopného systému a popisy jednotlivých soustav a zdrojů. Textová část a projektová část se navzájem doplňují.

Klíčová slova

Vytápění, bytový dům, solární systémy, otopná soustava, otopná tělesa, zdroje tepla, tepelné ztráty

Abstract

In this bachelor's thesis, the main topic is the issue of heating residential buildings together with the support of solar systems. The work consists of text and drawing part. The aim of the project part is to design an energy-saving system for a selected residential building instead of conventional heating systems. The project part contains the calculations needed to design the heating system, dimensions and technical sheets from the manufacturers to the individual devices, technical report and drawings. The text part contains general information needed to design the heating system and descriptions of individual systems and sources. The text part and the project part complement each other.

Keywords

Heating, apartment building, solar systems, heating system, radiators, heat sources, heat losses



1. Úvod

Již v historii lidé řešili ve svých obydlích otázku dodatečného přitápění. V pravěku se stavěla otevřená ohniště, ve středověku například hliněné pece. V dnešní době už je k dispozici velká škála různých druhů a způsobů vytápění, které jsou daleko více přizpůsobené samotnému spotřebiteli. Ať už se jednalo o řešení historická nebo moderní, vždy se lidstvo snažilo o jedno: Zvýšit tepelný komfort nad rámec toho, co mu mohlo poskytnout samotné obydlí.

Pokud se nebudeme zaměřovat na primitivní řešení otopných systémů, které se používaly dříve, nýbrž na současnost, zjistíme, že se moderní způsoby stávají čím dál efektivnější. Dnešní systémy sestávají z nejrůznějších prvků sdílejících teplo do daného prostoru. Mezi takové patří zdroje tepla, potrubí, armatury regulačních a zabezpečovacích prvků a mnoho dalších. Hlavním cílem těchto způsobů vytápění je zajištění tepelné pohody ve vytápěném prostoru v závislosti na specifických požadavcích konkrétního uživatele, pokud možno za vynaložení co nejnižších provozních a pořizovacích nákladů. Projektant jako takový musí tedy při návrhu řešit hned několik otázek, z nichž nejdůležitější je efektivita.

Dle mého názoru je právě efektivita jedním z největších problémů správného návrhu otopné soustavy, jelikož je při snaze o její stanovení mnoho proměnných, které nelze spolehlivě určit. Je totiž velmi obtížné určit budoucí efektivitu dané soustavy, většinou se totiž vyhodnocuje až na základě dat získaných díky dlouhodobému užívání.

K opravdovému zhodnocení a stanovení efektivit zvolené soustavy je tedy nutné dlouhodobé měření.



1.1 Seznam použitých symbolů

G_d	[W/m ²]	množství difuzního slunečního ozáření
G_b	[W/m ²]	množství přímého slunečního ozáření
G	[W/m ²]	celkové sluneční ozáření
η	[%]	účinnost solárního kolektoru
\dot{Q}_k	[W]	tepelný výkon solárního kolektoru
\dot{Q}_s	[W]	výkon slunečního ozáření jímací plochy kolektoru
$\dot{Q}_{z,o}$	[W]	optické ztráty kolektoru
$\dot{Q}_{z,t}$	[W]	tepelné ztráty kolektoru
A_k	[m ²]	vztažná plocha kolektoru
τ	[-]	propustnost zasklení
α	[-]	pohltivost absorbéru
t_{abs}	[°C]	střední povrchová teplota absorbéru
t_{abs}	[°C]	teplota okolního vzduchu
$\tau \cdot \alpha$	[-]	optická účinnost kolektoru
U	[W/(m ² ·K)]	součinitel prostupu tepla kolektoru
$\frac{(t_{abs}-t_e)}{G}$	[m ² ·K/W] [m ²]	střední redukovaný teplotní spád
A_A		plocha absorbéru
A_G	[m ²]	celková obrysová plocha
q_{ssu}	[kWh/(m ² ·rok)]	měrné využití zisky solární soustavy
f	[%]	solární podíl (pokrytí)
η_{ss}	[%]	provozní účinnost solární soustavy
$Q_{pom, el}$	[kWh/rok]	pomocná elektrická energie
$Q_{ss, u}$	[kWh/rok]	využití tepelné zisky
$Q_{p, TV}$	[kWh/měs]	celková potřeba tepla na přípravu teplé vody
$V_{TV, den}$	[m ³ /den]	průměrná denní potřeba teplé vody
ρ	[kg m ⁻³]	hustota vody
c	[J/kg·K]	měrná tepelná kapacita
t_{SV}	[°C]	teplota studené vody
t_{TV}	[°C]	teplota teplé vody
z	[-]	přirážka pro zahrnutí tepelných ztrát
$Q_{p, c}$	[kWh/měs]	celková měsíční potřeba tepla na přípravu teplé vody
$Q_{k, u}$	[kWh/měs]	měsíční teoreticky využitelný zisk ze solární soustavy
a_1	[W/(m ² ·K)]	lineární součinitel tepelné ztráty kolektoru
a_2	[W/(m ² ·K)]	kvadratický součinitel tepelné ztráty kolektoru
η_o	[%]	optická účinnost kolektoru
p	[-]	hodnota srážky z tepelných zisků sol. kolektorů
$H_{T, den}$	[kWh/(m ² ·den)]	skutečná denní dávka slunečního ozáření

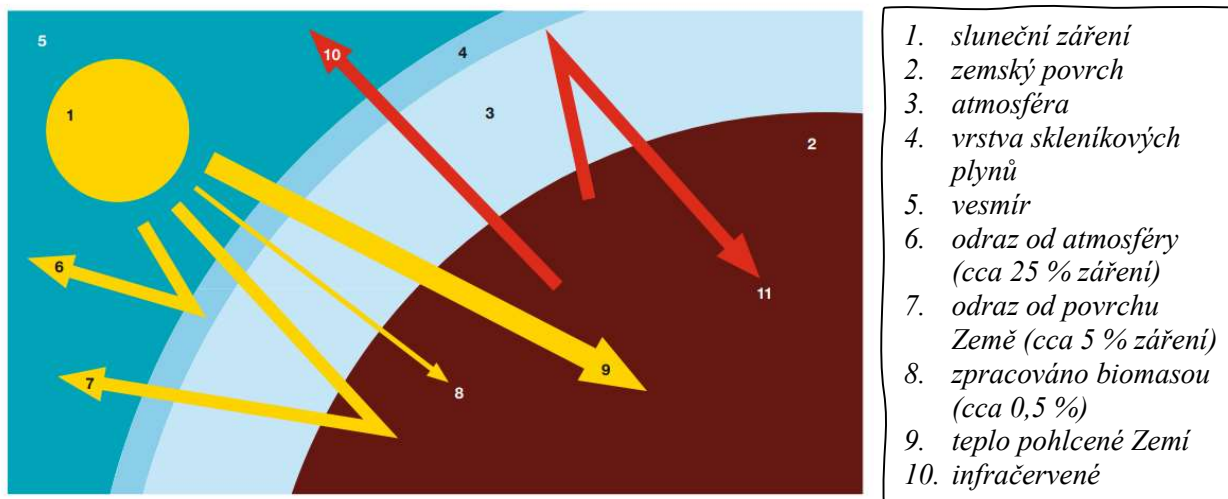


η_k	[%]	střední denní (měsíční) účinnost solárního kolektoru
$t_{k, m}$	[°C]	střední denní teplota teplotné kapaliny v kolektorech
$t_{e, s}$	[°C]	střední venkovní teplota v době slunečního svitu
CZT	-	centrální zásobování teplem
TV	-	teplá voda
COP	-	výkonové číslo

1. Solární energie

1.1. Slunce a Země

Energii pro dopravu, průmysl, zemědělství i chod domácností čerpáme dnes především z fosilních paliv. V mnohem menší míře využíváme jadernou energii, energii vodních toků a energii větru. Tyto zdroje představují přeměněnou sluneční energii. Přímé sluneční záření je bezpečnou, čistou, a hlavně nevyčerpatelnou formou energie, které se nám na Zemi dostává mnohonásobně více, než jsme jako lidstvo schopni využít. Pro lepší představu jsou na následujícím obrázku znázorněny osudy sluneční energie na Zemi a princip skleníkového efektu. Na povrch Země dopadá asi 180 tisíc terrawattů (100%), z čehož se zhruba třetina odrazí zpět, pětina je pohlcena a zhruba polovina se přemění na teplo, které umožňuje život.



Obrázek 1: „Osudy“ sluneční energie na Zemi

1.1.1. skleníkový efekt

Na Zemi existuje rovnováha mezi slunečním zářením, které se přemění v teplo a mezi tím, co je vyzářeno zpět do vesmíru. Člověk tuto rovnováhu v dnešní době narušuje nadměrnou produkcí oxidu uhličitého vlivem spalování fosilních paliv. Tento plyn zabraňuje úniku energie zpět do kosmického prostoru a důsledkem je jev, který se nazývá skleníkový efekt – Země více energie přijímá než vyzářuje, a to způsobuje její pozvolné oteplování.



1.2. Přeměny energie

Sluneční energie (také radiace, sluneční záření) zastupuje drtivou většinu energie, která se na Zemi běžně využívá. Ta vzniká přeměnami v jádru. Slunce se skládá z vodíku (asi 71 %), helia (asi 26%) a stopového množství ostatních prvků. Procesem přeměny jednoho prvku na jiný za působení vysokých teplot dochází k termonukleární reakci, při které vzniká jaderná fúze jakožto zmíněný energetický zdroj.

Energie, která se uvolní během termonukleárních reakcí v nitru Slunce dopadá na osvětlenou část zeměkoule. Jak již bylo zmíněno v předchozí kapitole, část této energie se uvolní, část se pohltí a část se rozptýlí v atmosféře. I přesto ale na zemský povrch dopadá každou sekundu asi 1000 J energie, kterou nedokážeme plně využít.

Základním přírodním principem je zákon zachování energie, který říká, že energie se nemůže nikam ztratit, pouze se přeměňuje na jiné formy.

To samozřejmě platí i pro energii ze slunečního záření. Nabízí se proto otázka, kam se za celé ty miliardy let, kdy Slunce působilo na zemský povrch, tato energie uložila. Část se přeměnila na teplo a část se uložila do rostlin ve formě chemické energie (fotosyntéza).

Dá se říct, drtivá většina energie, kterou máme k dispozici, pochází právě ze Slunce. Ve formě chemické energie je uložena ve fosilních palivech, jako je uhlí, ropa a zemní plyn. Tato fosilní paliva se ovšem v přírodě vykytují pouze v omezeném množství a jejich zásoby během několika desítek let již lidstvu nebudou stačit. Je proto nutné hledat nové zdroje energie.

Stále významnější roli hrají v dnešní době tzv. obnovitelné zdroje energie. Patří k nim zejména energie z větru, vody a biomasy.

1.3. Možnosti využití energie Slunce

Sluneční energii lze využívat aktivním, pasivním nebo biologickými způsoby.

Pod aktivními způsoby (tzv. přímé využití) si lze představit přeměnu slunečního záření na teplo nebo elektrickou energii. To zprostředkovávají termické sluneční kolektory nejrůznějších provedení (kapalinové, vzduchové, ploché, koncentrační, selektivní a neselektivní, samotížnou cirkulací a s nucenou regulací teploty látky, plastové nebo skleněné, skříňové a další).

Pasivní využívání sluneční energie je z velké části dáno řešením samotného objektu. Již v dávných dobách zde byla snaha umožnit co největší využití solární energie v budovách v zimním období a naopak v létě zabránit jejich přehřívání. V dnešní době lze vidět obdobnou snahu například v propagaci a ve výstavbě nízkoenergeticky náročných budov a pasivních domů.

Biologickou cestou (spalováním biomasy) se získává energie uložená v rostlinách, která zde vznikla fotosyntézou.

1.3.1. Nepřímé využití

Nepřímo se sluneční energie v přírodě přeměňuje na:

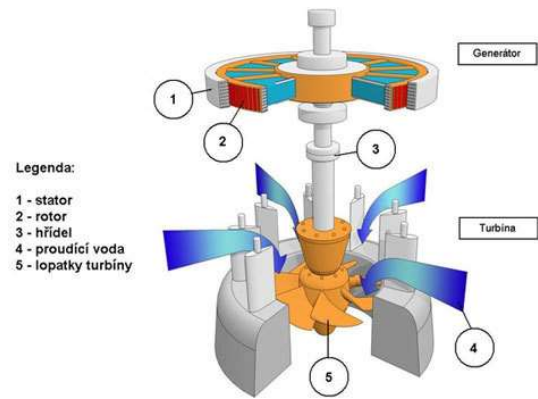
- potenciální energii vody (využívaná ve vodních elektrárnách)
- kinetickou energii větru
- energii biomasy (včetně fosilních paliv, kde akumulace sluneční energie proběhla před dlouhou dobou).

Energie vody

Vodní energie má z obnovitelných zdrojů v ČR největší podíl. V minulosti se využívala pro pohon vodního kola, v současnosti se využívá k výrobě elektrické energie.

Působením slunečního záření dochází ve vodní elektrárně k přeměně pohybové energie vody na pohybovou energii turbíny.

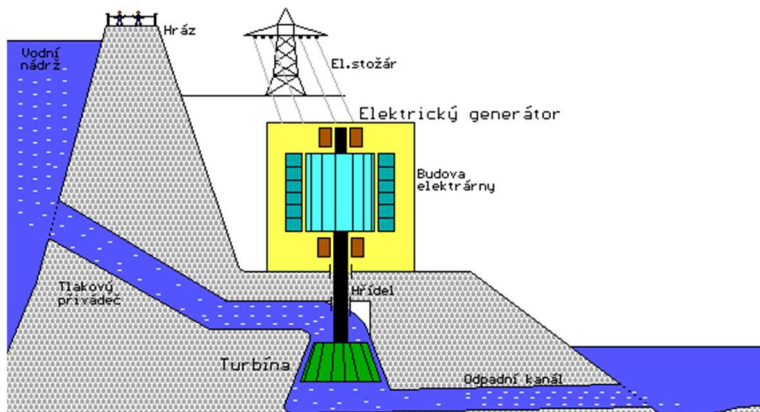
Vodní elektrárny konstruujeme buď jezové (spád je vytvořen jezem), náhonové (spád je vytvořen umělým kanálem nebo přehradní (spád je vytvořen pomocí přehrady), přečerpávací a přílivové.



Obrázek 2: Vodní turbína - části

Zjednodušený proces přeměny solární energie – energie vody

Sluneční energie → pohybová energie vody →
pohybová energie turbíny → pohybová energie
generátoru → elektrická energie



Obrázek 3: Přehradní elektrárna - schéma

Přehradní elektrárny (akumulační) jsou zabudované přímo do tělesa hráze nebo hluboko v podzemí (voda se přivádí tlakovým potrubím a odvádí se podzemním kanálem).

Velkou výhodou vodní elektrárny je to, že dokáže pokrýt spotřebu elektrické energie v době energetických špiček v rozvodné síti. Neznečišťuje ovzduší a je velice bezpečná, nevzniká odpad a revitalizuje vodní toky (prokysličuje). Na druhou stranu, v naší zemi nemají vodní toky dostatečný spád ani množství vody. Proto vodní elektrárny v ČR pracují pouze doplňkově.

Energie větru

Dříve se energie využívala ve větrných mlýnech (viz obr. 5.1), v současnosti se uplatňuje ve větrných elektrárnách. Větrné elektrárny vyrábějí elektrickou energii na základě přeměny energie proudícího vzduchu mezi oblastmi s rozdílným atmosférickým tlakem.

Větrná elektrárna bývá obvykle tvořena vysokým sloupem, na jehož vrcholu je umístěna hřídel s větrným kolem nebo vrtulí.



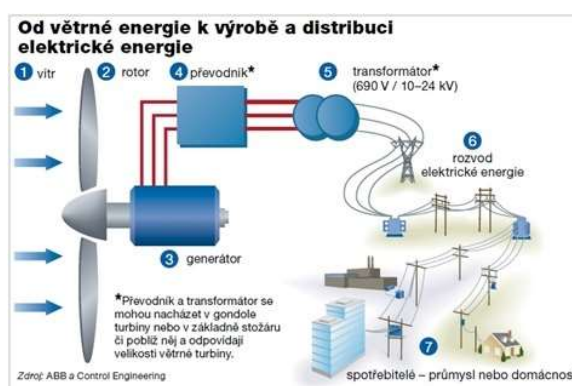
Obrázek 4: Větrná elektrárna - schéma

Lopatky mají speciální tvar (viz obr. 5.2.), aby proud vzduchu, který roztáčí vrtuli, dokázal dostatečně aktivovat elektrický generátor, který následně slouží jako producent elektrické energie.

Využití větrné energie je výhodné hlavně z hlediska ekologie. Nemá prakticky žádný vliv na životní prostředí (kromě nároků na prostor a „estetickému“ zásahu do krajiny), neprodukuje tuhé či plynné emise ani odpadní teplo, nezatěžuje okolí odpady a ke svému provozu nepotřebuje vodní zdroje. Větrná elektrárna má také minimální nároky na plochu staveniště. Pokud ale potřebujeme zajistit vyšší výkon, je třeba stavět rozlehlé větrné farmy, které dosahují až tisíců metrů čtverečních.

Na druhou stranu, větrné elektrárny pracují velmi nepravidelně (10 až 20 % roční doby) a je vhodné je stavět hlavně v horských oblastech. Jsou také značným producentem hluku, což se podařilo u moderních elektráren díky lepšímu tvarování vrtule značně eliminovat.

K výraznému rozvoji větrných elektráren došlo koncem 20. století, a to převážně v Dánsku, Německu, Španělsku, Itálii, Francii a Velké Británii.



Obrázek 5.1: Větrný mlýn Jalubí



Obrázek 5.2: Vrtule



Zjednodušený proces přeměny solární energie – energie větru:

Sluneční energie → pohybová energie větru → pohybová energie vrtule → pohybová energie generátoru → elektrická energie

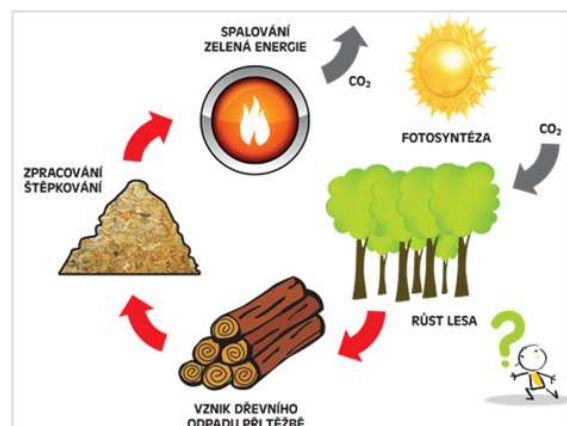


Obrázek 6: Mořská větrná farma

Spalování biomasy

Biomasu dělíme na:

- záměrně pěstovanou (rychle rostoucí dřeviny, obilí, olejniny...)
- odpadní
 - rostlinná (sláma, dřevní odpad, zbytky rostlin...),
 - živočišná (keřda, chlévská mrva...),
 - průmyslová (komunální odpad, kaly z odpadních vod...).

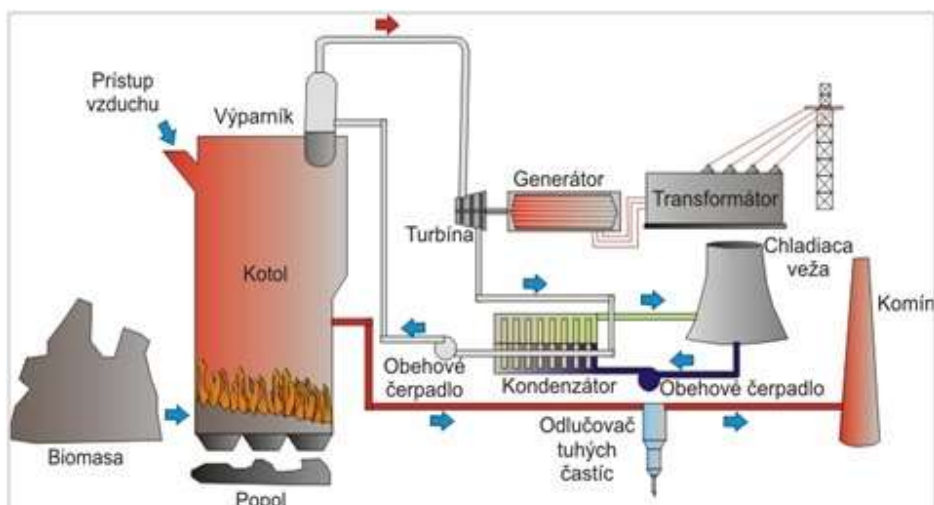


Obrázek 7: Spalování biomasy - princip

Termochemický (suchý) proces získávání energie:

V elektrárnách

- spalování velkých objemů biomasy, automatické podavače, velké zásobníky

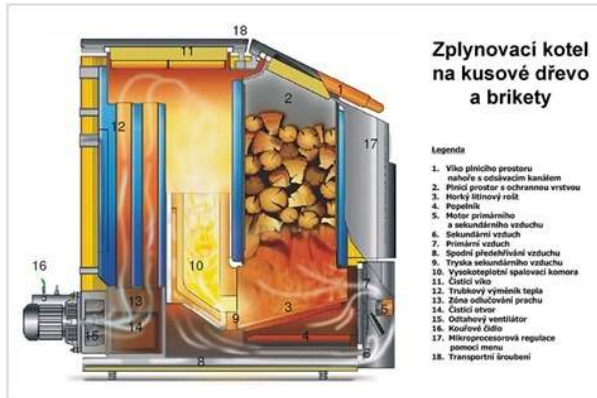


Obrázek 7: Elektrárna na biomasu - schéma



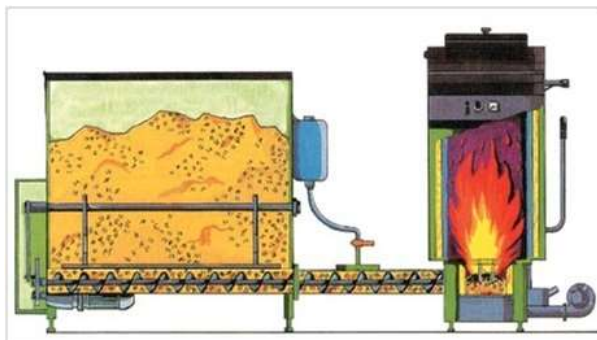
V kotlích

- rodinné domy; palivo je nejdříve převedeno na plyn, který pak ve směsi s předehřátým vzduchem hoří
- kotle na dřevo, kotle na peletky, lokální topidla na dřevo (sporáky, krby)



Obrázek 8 Zplyňovací kotel na dřevo - schéma

Jako palivo jsou ideální tvrdé dřeviny, dřevní odpad – štěpky, hobliny, odřezky...). Dřeviny by se před spalováním měly vysušit tak, aby jejich vlhkost nepřesahovala cca 20 %.



Obrázek 10: Kotel na peletky - schéma

Peletky jsou válečky z lisovaných pilin. Je nutné je skladovat v suchém prostředí, jsou uživatelsky příjemné (čistá a snadná manipulace), ale výrazně dražší než jiná paliva.

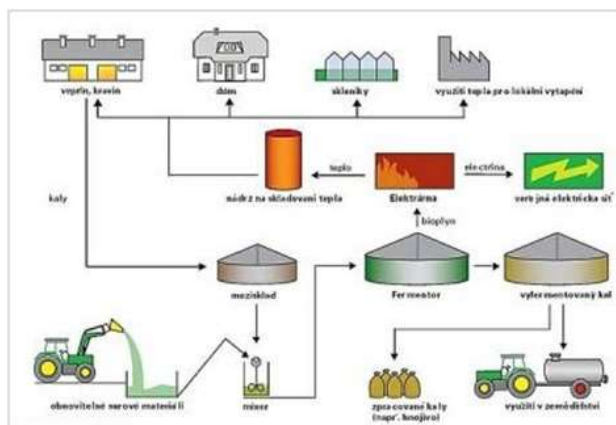
Zjednodušený proces přeměny solární energie – energie biomasy:

Sluneční energie → chemická energie (fotosyntéza v rostlinách)
→ chemická energie (biopaliva) → teplo (spalování biopaliv)

Biochemický způsob získávání energie (mokrý proces):

Biomasný materiál (hnůj, zelené rostliny, kal z čistících zařízení) se ve vzduchotěsném reaktoru zahřívají na určitou teplotu, kde se poté přeměňují na bioplyn. Ten je potom transportován do velkých zásobníků v tzv. bioplynové stanici.

Mezi hlavní výhody využití biomasy jako zdroje energie patří např.: využití přebytečné zemědělské půdy, odpadů, ekologická neutrálnost (CO₂ produkovaný při spalování se spotřebuje při „růstu“, bez nákladů na dopravu (lokální zdroj).



Obrázek 11: Bioplynová stanice - schéma

1.3.2. Přímé využití

Přeměna na teplo

Energie ze slunečního záření se pohlcuje díky tmavému povrchu solárních kolektorů. Vzniká teplo, kterým se ohřívá například užitková voda. Jinou možností je soustředění paprsků na malou plochu, přičemž se dá dosáhnout vysokých teplot.

Sluneční energie → teplo



Obrázek 10: Solární kolektor

Přeměna na elektřinu

Elektrická energie se produkuje na fotovoltaických článcích. Zajímavé jsou takzvané „hybridní“ články, které kombinují jak výrobu tepla tak elektřiny. Ty už ale nejsou tolik účinné.

Sluneční energie → elektřina

Obrázek 9



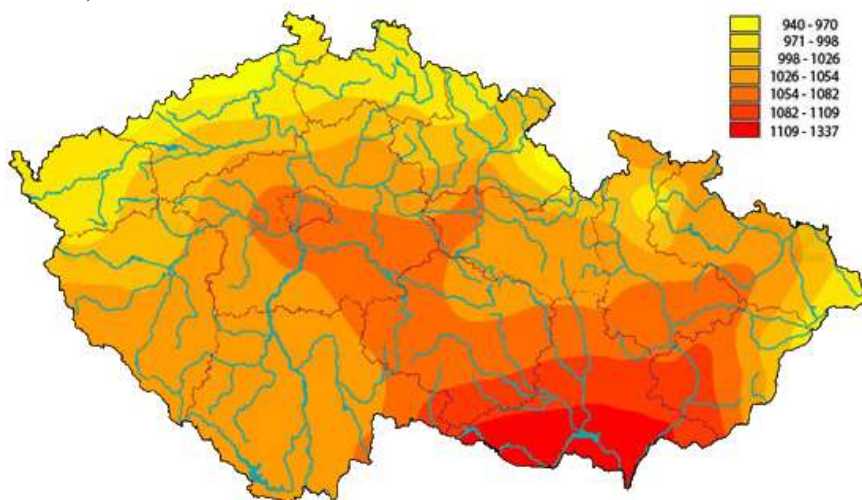
Obrázek 12: Fotovoltaický panel

Účinnost přeměny slunečního záření se v závislosti na typu a provozním režimu pohybuje v rozmezí kolem 30 – 70 %. Nutno podotknout, že v při pohledu do prospektů od výrobců jsem často narazila i na čísla násobně vyšší. Tato čísla jsou kolikrát z fyzikálního hlediska prakticky nereálná, u některých dokonce představují dočista solární perpetuum mobile.

1.4 Podmínky České republiky

V České republice máme poměrně dobré podmínky pro využívání sluneční energie. Množství dopadajícího slunečního svitu se odvíjí od konkrétní zeměpisné polohy, nadmořské výšky a v neposlední řadě i míře čistoty ovzduší.

Vhodnost lokality pro využití solárních systémů je ovšem nejlepší hodnotit na základě globální mapy slunečního záření, která vychází z dlouhodobých meteorologických měření. V našich podmínkách dopadne na jeden metr zhruba 950 – 1340 kWh sluneční energie za rok (z toho asi 75% v letním období).



Obrázek 11: Roční dávky globálního slunečního záření v ČR (W/m²)

2. Solární energie pro bytové domy

Vzhledem k aktuálnímu stavu stále se zvyšujících cen energií a tepla jsme (nebo bychom alespoň měli být) motivováni k šetrnému zacházení s běžnými zdroji. V bytových domech je dnes možné provést několik preventivních opatření, které slouží ke zlepšení tepelně technických vlastností samotné obálky budovy a ke snížení její energetické náročnosti. Snažíme se zvýšit tepelně izolační vlastnosti objektů, a naopak snížit jejich emisní zatížení pro okolí. Mezi taková opatření řadíme např. zateplení fasády, výměnu oken, optimalizaci chodu otopných soustav, výměnu radiátorových těles, snížení teplotního spádu, vyregulování topné soustavy a mnoho dalších. Aktivnější využívání alternativních zdrojů energií (např. solárních panelů, tepelných čerpadel či fotovoltaických elektráren) je tak z pohledu finanční udržitelnosti dnes už téměř nevyhnutelné.

Fotovoltaické panely byly dlouho vnímány jakožto investice, která se nevyplatí. Pozornost byla dlouhou dobu věnována především rodinným domům a samostatným solárním parkům. Díky výraznému snížení cen těchto, „zelených zařízení“ už tento stav ale dále neplatí (zvláště, pokud k tomu připočteme poměrně významné finanční dotace ze strany státu). Troufám si tvrdit, že vlastní výroba energie je v dnešní době zatím nejdostupnější, co kdy byla a návratnost počáteční investice se výrazně zkrátila.

Otázka, která se nabízí: Co instalaci slunečních systémů u bytových objektů tedy brání?

Odpověď je vcelku jednoduchá. Hlavní problém spočívá ve skutečnosti, že o domě jako takovém rozhoduje družstvo nebo SVJ a s instalací i s provozem musí souhlasit všichni členové. Obecně je těžké, aby se všichni uživatelé bytových jednotek shodli. Jednodušší je situace se solárními systémy u novostaveb kde o instalaci rozhoduje sám investor (pak už je na nájemnících, zda se rozhodnou takový byt koupit/pronajímat, nebo nikoliv).



2.1. Důvody instalace

Využití solárních soustav pro bytové domy má oproti rodinným domům řadu technických výhod. Hlavními přednostmi jsou vyšší energetické zisky a nižší investiční náklady.

Oproti rodinným domům jsou náklady na instalaci a provoz daleko nižší. Díky finančním dotacím (např. díky programu Zelená úsporám) se značně snižuje i doba návratnosti původních investic. Dalším důvodem je to, že se neočekává zdražování solárního tepla na rozdíl od fosilních zdrojů energií, biopaliv atd. Dále instalace solárního systému zvyšuje potenciální hodnotu domu a byty v domě se tak snáze pronajímají.

„Současná situace na trhu s energiemi vzbuzuje v lidech stále větší nejistotu. Z našeho interního průzkumu mezi majiteli a nájemci bytových jednotek jasně vyplynulo, že jsou pro ně udržitelné zdroje energií atraktivní. V jejich využívání vidí stabilitu, kterou jim energetický trh není schopný zajistit. Drtivá většina by byla ochotná připlatit si za nájem v bytovém domě, kde jsou instalovány solární panely maximálně 350 Kč měsíčně.“ (Viktor Mejzlík, Spoluzakladatel konceptu GarantovanyNajem.cz; únor 2022).

Instalace solární soustavy na bytovém domě je spolehlivý způsob, jak uspořit teplo a snížit energetickou náročnou budovy. Vstupní náklady na pořízení udržitelných zdrojů energie jsou sice vyšší, ale během několika let se majitelům i nájemníkům investice vrátí. Solární energie je nevyčerpatelným, a hlavně vždy dostupným zdrojem energie.

Samotná soustava není producentem životní prostředí znečišťujících látek, což je důležité z hlediska ekologie. Na stranu druhou, solární soustava potřebuje i nějaký doprovodný zdroj elektrické energie (jako jsou oběhová čerpadla, regulace atd).

3. Podpora státu – dotační program NZÚ

Nová zelená úsporám je dotační program, zaměřený na úspory energií rodinných a bytových domů. Během prvního programového období, které odstartovalo v roce 2014, z něj byly rozděleny finance do domácností v řádu několika miliard korun. V roce 2021 přešel program do další etapy a své významně zaměření rozšířil. Jádrem programu je snižování energetické náročnosti bytových a rodinných domů, a to převážně s využitím obnovitelných zdrojů energie.

Nová zelená úsporám je rozdělena na následující části:

Část A: zateplení bytového domu

Část B: výstavba bytového domu s nízkou energetickou náročností

Část C: výměna či pořízení zdrojů tepla, elektřiny či ohřevu TUV, instalace řízeného větrání, rekuperačních technologií atp.

Část D: adaptační opatření jako instalace stínící techniky, zelených střech, zachytávání dešťovky, instalace dobíječek na elektromobily atp.

Část E: příspěvek na vypracování projektové dokumentace a odborného posudku (zdroj: <https://stavba.tzb-info.cz/zelena-usporam-na-tzb-info>)

V této práci se podrobněji zabývám NZÚ – částí C, ze které je možné získat finanční dotaci na fototermální systémy na střechu bytového domu. Toto řešení by se dalo také kombinovat s dalšími z jiných částí programu.

Celková výše podpory na jednu žádost smí činit maximálně 50 % z celkových realizačních nákladů. Naopak minimální výše dotace je stanovena na 50 000 Kč, minimální výše realizačních výdajů je tedy 100 000 Kč.

V následující tabulce je přehled výše dotací pro bytové domy:

Sledovaný parametr	Dotace
Výkon fotovoltaických panelů	15 000 Kč / kWp
Kapacita baterií na bázi lithia	10 000 Kč / kWh
Počet připojených jednotek v bytovém domě	5 000 Kč / byt
Projektová dokumentace a odborný posudek	15 000 Kč

Obrázek 15: Výpočet výše dotace na fotovoltaiku z programu Nová zelená úsporám 2030 pro bytové domy

Zajímavé je, že celková výše dotace na fotovoltaickou elektrárnu nemá horní hranici (pro jeden bytový dům) a řídí se tedy pouze tabulkou uvedenou výše. Je ovšem omezen výkon elektrárny, který může být max. 100kWp.

kWp neboli Kilowatt-peak

- jednotka špičkového výkonu fotovoltaické elektrárny (p = peak)
- jedná se o výkon elektrárny při standardních podmínkách (tedy výkon panelu, který je ideálně umístěný a za maximálního oslunění)

3.1. Dotace na fotovoltaiku

Nová zelená úsporám podporuje instalaci fotovoltaických elektráren již od roku 2015, avšak dosud byla dotace pro bytové domy velmi zredukována, a hlavně byla omezená pouze na území Prahy. Stav se po poslední revizi označované jako NZÚ 2030 výrazně změnil, a to ve prospěch všech bytových domů v celé České republice.

FVE a stavební povolení

Instalace fotovoltaické elektrárny na bytový dům je brána jako stavební úprava stávající dokončené stavby, nevyžaduje tedy projednání v územním řízení.

Instalace systému na bytový dům nevyžaduje stavební povolení ani ohlášení stavby, pokud:

- nezasahuje do nosných konstrukcí
- nemění vzhled stavby
- nemění způsob užívání stavby
- neovlivňuje negativně požární bezpečnost stavby

Nesmí se také jednat o kulturní památku ani nijak nepříznivě neovlivňovat životní prostředí.

3.2. Získání dotace

Programem NZÚ je podporován solární termický i fotovoltaický ohřev vody, s volitelnou možností podpory vytápění, a ohřev pomocí tepelného čerpadla. Příspěvek se vztahuje nejen na samotný systém,

ale i na přípojovací zařízení a příslušenství.

O dotaci můžou žádat:

- vlastníci stávajících bytových domů
- společenství vlastníků jednotek stávajících bytových domů,
- Pověření vlastníci bytových jednotek

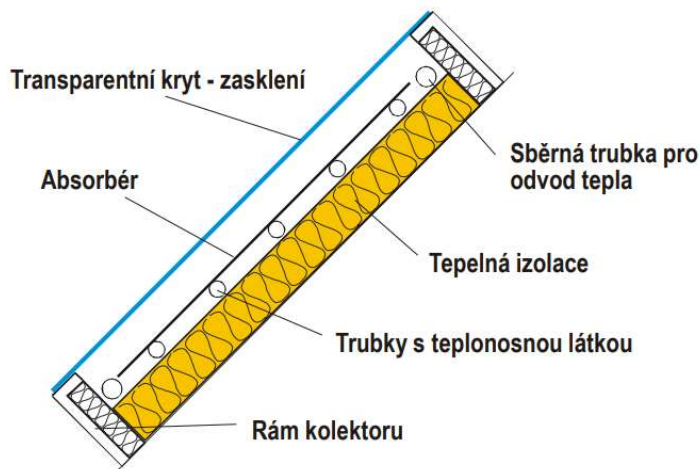
Kolik je možné získat:

- na solární termický ohřev teplé vody s přitápěním – 13 000 Kč/kW
- na solární fotovoltaický ohřev teplé vody – 13 000 Kč/kW
- na tepelné čerpadlo s elektrickým pohonem pro ohřev teplé vody – 20 000 Kč/kW

4. Prvky solárních soustav

4.1. Solární kolektory

Solární tepelný kolektor je prvek určený k pohlcení slunečního záření a jeho přeměně na tepelnou energii, která je předávána teplotonosné látce a odváděna z kolektoru. Upřednostňováno je označení „solární kolektor“ namísto „solární panel“, aby se předešlo nežádoucím záměnám s fotovoltaickými panely. Většinou se totiž v budovách využívají právě kolektory, které používají kapalinu jakožto teplotonosnou látku (voda, nemrzoucí směs), méně časté jsou solární vzduchové kolektory.



Obrázek 16: Základní součásti solárního tepelného kolektoru (plochý)

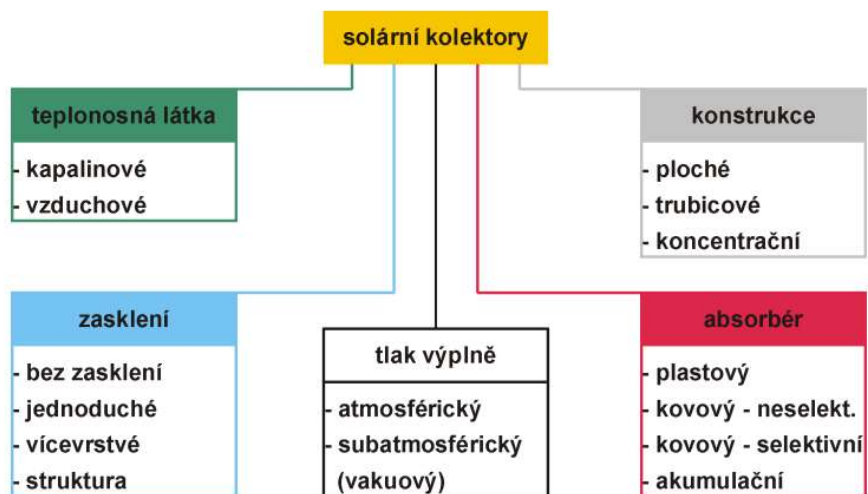
Součásti celého solárního systému (s nuceným oběhem):

- Zásobník na teplou vodu
- Elektronická regulace
- Oběhové čerpadlo
- Expanzní nádoba
- Bezpečnostní a ovládací ventily
- Potrubí
- Sluneční kolektory
- Teplotní čidla

Použití bez nuceného oběhu vody se doporučuje pouze u velmi malých systémů.

4.1.1. Rozdělení solárních kolektorů

Na obrázku č. 17 lze vidět základní rozdělení solárních kolektorů z hlediska konstrukce. Kolektory lze dělit podle řady kritérií: Hlavním kritériem je druh teplotnosné látky (kapalinové, vzduchové). V ČR se využívá převážně kapalinový kolektor – teplotnosnou látkou je kapalina (olej, voda, nemrznoucí směs), která odvádí energii pohlcenou na povrchu absorberu.



Obrázek 17: Rozdělení solárních kolektorů

Nekryté (nezasklené) kolektory jsou charakteristické chybějícím krytem (zasklením). Výhodou jsou lepší optické vlastnosti, protože se od něj nemohou odrážet paprsky. Na druhou stranu, díky absenci krytu dochází k vysokým tepelným ztrátám, které jsou závislé na venkovních podmínkách. Jsou vhodné pro sezónní ohřev vody (např. v bazénu).



Obrázek 18: Bazénové absorbery jakožto rohože z materiálu odolného vůči UV záření

Ploché kryté solární kolektory mají plochý tvar zasklení i absorber. Nejběžnější je jednoduché zasklení, dvojité bývá spíše u vyšších teplotních úrovní. Jsou výhodné z hlediska integrace do obálky budovy (na střechu, fasádu).



Obrázek 19a, 19b: Ploché kryté solární kolektory

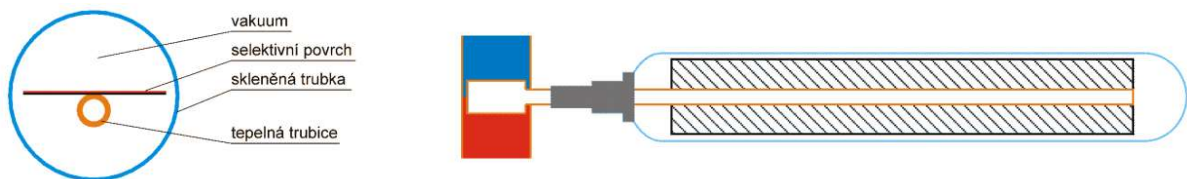
Ploché vakuové kolektory mají uvnitř tlak nižší než je atmosférický tlak v okolí (absolutní tlak cca 1 až 10 kPa) pro zajištění nízké tepelné ztráty. Jsou určeny pro celoroční ohřev vody a vytápění.



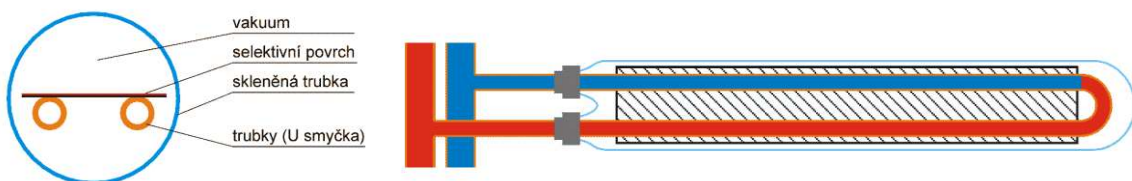
Obrázek 20: Konstrukce plochého atmosférického a plochého vakuového kolektoru, zdroj: Thermosolar

Vakuové trubkové kolektory se dělí v principu na dva typy: *jednotěnné* a *dvoutěnné*. Jejich výhodou proti plochým solárním panelům je vysoká účinnost i za zhoršených klimatických podmínek. Jejich nevýhodou je vysoká cena.

Jednotěnné trubkové kolektory jsou tvořeny jednotěnnou skleněnou vakuovanou trubicou, v níž je umístěna lamela plochého absorberu přivařená na měděné potrubí (přímo protékaná U-smyčka) nebo na výparník tepelné trubice zajišťující odvod tepla z absorberu (viz obr. 21).

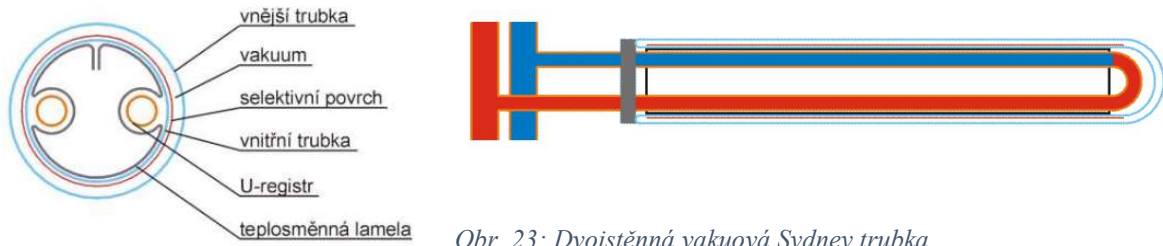


Obr.21: Jednotěnný trubkový vakuový kolektor s tepelnou trubicí (příčný a podélný řez)



Obr. 22: Jednotěnný trubkový vakuový kolektor s přímo protékanou U-smyčkou (příčný a podélný řez)

Na oblíbenosti začaly nabývat *dvojstěnné trubkové vakuové kolektory*, jejichž základní součástí je tzv. Sydney trubka, což je válcová skleněná trubka (viz. obr. 23). Meziprostor mezi vnější krycí trubicou a vnitřní absorpční trubicou je vakuován. Vnitřní funguje jako absorber a ta vnější chrání kolektor před okolními vlivy. Přenos tepla zde probíhá z válcového absorberu do teplonosné kapaliny pomocí hliníkové lamely, což bývá často problematické. Sydney kolektory jsou (oproti plochým kolektorům) méně účinné, a to hlavně při nízkých teplotách.



Obr. 23: Dvojstěnná vakuová Sydney trubka

Dalším typem je koncentrační kolektor, ve kterém jsou použita zrcadla (reflektory, čočky (refraktory) případně další optické prvky sloužící k usměrnění slunečního záření do absorbéru.

5. Charakteristické parametry solárních kolektorů

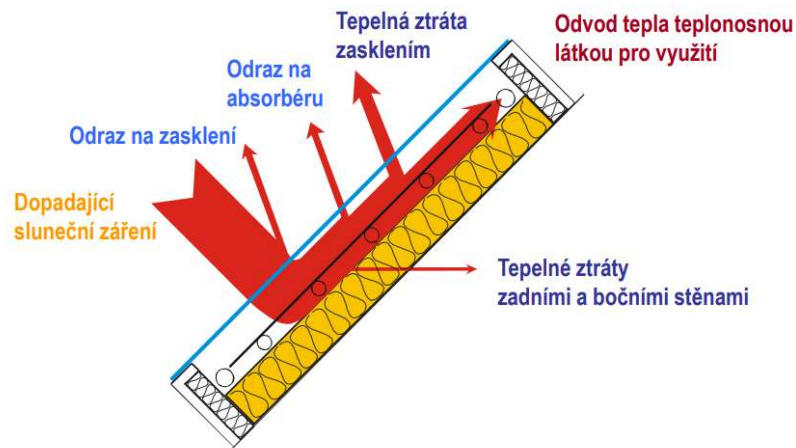
Pro komplexní popis tepelného chování kolektoru pro správné navrhování a hodnocení solární soustavy je nutné znát jeho charakteristické parametry a jejich závislost na provozních a klimatických podmínkách.

Níže je uvedeno několik z hlavních parametrů, které u solárních kolektorů sledujeme:

- *tepelná účinnost η* nám říká, jak kolektor pohlcuje záření a ztrácí teplo, určuje jeho okamžitý tepelný výkon Q_k při daných klimatických a provozních podmínkách;
- *modifikátor úhlu dopadu K_θ* určuje vliv úhlu dopadu slunečního záření na účinnost a výkon kolektoru, někdy se označuje jako optická charakteristika kolektoru;
- *časová konstanta τ a tepelná kapacita C* vyjadřuje vliv tepelné setrvačnosti hmot kolektoru na jeho okamžitý výkon

5.1. Účinnost a výkon

Pro praktické inženýrské výpočty lze energetickou bilanci kolektoru jednoduše popsat obecnou energetickou rovnováhou (viz obr. 24) a účinnost solárního kolektoru jako funkci na ní závislou. Kolektor přijímá sluneční záření, kde se část odrazí od zasklení a část je pohlcena na povrchu absorbéru a mění se v teplo. Část tepla z pohlceného záření se odvádí teplonosnou kapalinou, část unikne zpět do okolního prostředí ve formě tepelných ztrát a část se akumuluje v těle kolektoru.



Obrázek 24: Solární kolektory - princip; zdroj: Tomáš Matuška, Fakulta strojní UCEEB 2014



Účinnost kolektoru je ovlivněna optickou účinností a součinitelem prostupu tepla kolektoru, které vyjadřují tepelné ztráty kolektoru.

Energetická bilance solárního kolektoru (za ustálených podmínek):

$$\dot{Q}_k = \dot{Q}_s - \dot{Q}_{z,o} - \dot{Q}_{z,t}$$

Kde

- \dot{Q}_k tepelný výkon solárního kolektoru [W];
- \dot{Q}_s výkon slunečního ozáření jímací plochy kolektoru [W];
- $\dot{Q}_{z,o}$ optické ztráty kolektoru [W];
- $\dot{Q}_{z,t}$ tepelné ztráty kolektoru [W].

Po dosažení a úpravě dostáváme výkon kolektoru:

$$\dot{Q}_k = G \cdot A_k \cdot \tau \cdot \alpha - U \cdot A_k \cdot (t_{abs} - t_e)$$

Kde:

- G celkové sluneční ozáření [W/m^2];
- A_k vztažná plocha kolektoru [m^2];
- τ propustnost zasklení;
- α pohltivost absorbéru;
- t_{abs} střední povrchová teplota absorbéru [$^{\circ}C$];
- t_e teplota okolního vzduchu [$^{\circ}C$].

Účinnost solárního kapalinového kolektoru η_k je za ustálených podmínek definována jako poměr výkonu odváděného z kolektoru k „příkonu“ slunečního záření dopadajícího na kolektor $Q_s = G \cdot A_k$.

$$\eta = \frac{\dot{Q}_k}{G \cdot A_k} = \tau \cdot \alpha - U \cdot \frac{(t_{abs} - t_e)}{G}$$

Kde:

- $\tau \cdot \alpha$ optická účinnost kolektoru (bezrozměrná)
- U součinitel prostupu tepla kolektoru [$W/(m^2 \cdot K)$]
- t_{abs} střední teplota absorbéru [$^{\circ}C$]
- t_e teplota okolí [$^{\circ}C$]

Tímto způsobem je však definována účinnost pouze na základě fyzikálních vlastností částí kolektoru, které jsou vně absorbéru. Není zde zohledněn samotný materiál (vodivost), ani konstrukce a geometrie absorbéru (tloušťka absorbéru, rozteč trubek), vliv spoje mezi absorpčním povrchem s trubicí, ve které je teplotonosná kapalina atd. Pro vyjádření kvality přenosu tepla z povrchu absorbéru do teplotonosné kapaliny se využívá bezrozměrného součinitele účinnosti F, z něhož vyplývají důležité zásady návrhu konstrukce kolektoru, zejména absorbéru. Tento součinitel ve své podstatě vyjadřuje poměr mezi dvěma tepelnými odpory, kdy ve jmenovateli je obsažen odpor proti přenosu tepla z teplotonosné kapaliny do okolního vzduchu $1/U_o$, v čitateli je odpor proti přenosu tepla z absorbéru do okolního vzduchu $1/U$.



Pro nejběžnější případ plochého absorberu navařeného shora na potrubí trubkového registru ho lze vyjádřit jako:

$$F' = \frac{1/U}{1/U_o} = \frac{1/U}{W \left[\frac{1}{U[D_e + (W - D_e)F]} + \frac{1}{C_{spoj}} + \frac{1}{h_{f,i} \pi D_i} \right]}$$

kde W [m] je rozteč trubek, D_i a D_e [m] jsou vnitřní a vnější průměry trubek registru absorberu, F [-] je standardní účinnost žebra a $h_{f,i}$ [W/m².K] je součinitel přestupu tepla z vnitřního povrchu trubky absorberu do teplotnosné látky.

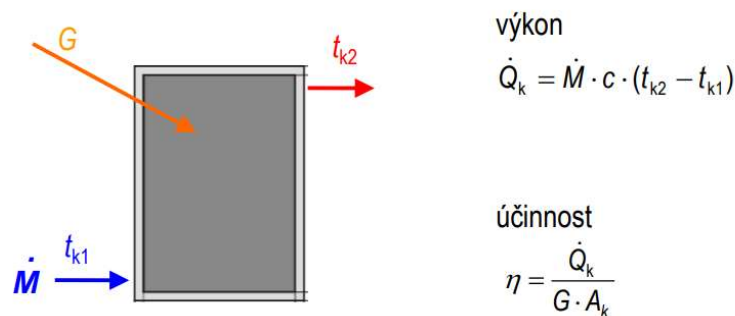
Zavedením účinnostního součinitele kolektoru umožňuje rovnici účinnosti psát v závislosti na střední teplotě t_m jako:

$$\eta_k = F' \left[\tau \cdot \alpha - U \frac{(t_m - t_e)}{G} \right]$$

kde střední teplota teplotnosné kapaliny t_m se stanovuje jako průměr teploty na vstupu do kolektoru t_{k1} a výstupu z kolektoru t_{k2}

$$t_m = \frac{t_{k1} + t_{k2}}{2}$$

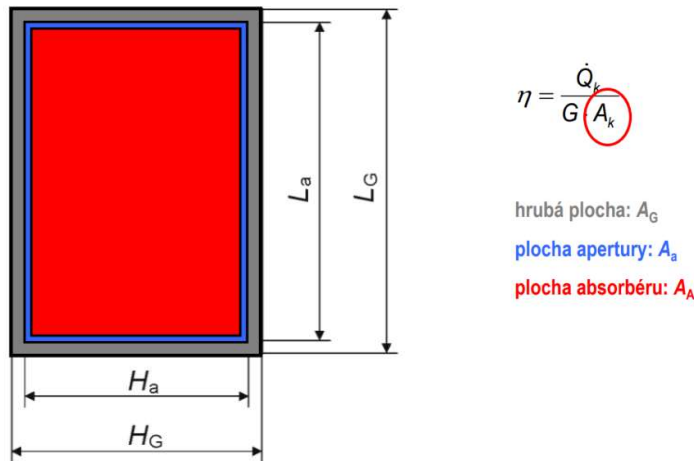
Výkon solárního kolektoru Q_k se experimentálně stanovuje z měření průtoku M teplotnosné kapaliny kolektorem a rozdílu jejich teplot mezi vstupem (t_{k1}) a výstupem (t_{k2}) kolektoru a vyjadřuje se jako křivka závislosti na rozdílu mezi střední teplotou kapaliny a okolní teplotou pro sluneční ozáření $G = 1000$ W/m².



Obrázek 25: Stanovení výkonu a účinnosti

Účinnost kolektoru se vždy vztahuje ke vztažné ploše solárního kolektoru. Rozlišujeme celkem 3 druhy ploch, ke kterým se vztahují parametry kolektoru, zejména křivka účinnosti:

- 1) *Plocha absorberu* A_A - plocha, na které dochází k přeměně dopadajícího slunečního záření v teplo
- 2) *Plocha apertury* A_a - plocha otvoru, kterým vstupuje do kolektoru nesoustředěné sluneční záření
- 3) *Hrubá plocha* A_G - průmět obrysu kolektoru

Obrázek 26: Vztažná plocha kolektoru A_k

6. Technická řešení v praxi

Solární systémy můžeme dělit do dvou základních skupin podle toho, jak je sluneční energie využívána na:

- fotovoltaické systémy – přeměna slunečního záření na elektrickou energii
- fototermální (fototermické) systémy – přeměna na teplo

6.1. Fotovoltaické systémy

Fotovoltaické systémy lze v poslední době vidět převážně ve formě rozlehlých fotovoltaických polí. Tyto panely by měly být velmi odolné vůči změnám klimatu a povětrnosti. Fotovoltaické články vyrábí z dopadajícího záření stejnosměrný elektrický proud. Mezi dostupné typy článků patří amorfni, polykrystalické a monokrystalické. Dále je rozdělujeme dle připojení na distribuční síť, což je blíže rozvedeno v následujících podkapitolách.

PN přechod je rozhraní polovodiče typu P a polovodiče typu N. PN přechod propouští elektrický proud pouze jedním směrem a je základem polovodičových součástek jako jsou diody, tranzistory, fotovoltaické články a LED obvody.

6.1.1. Princip fotovoltaiky – fotovoltaický jev

Důležitá je zmínka o samotném jádru fotovoltaiky - fotovoltaickém jevu. Vlivem dopadu slunečního záření (fotonů) je elektronům předána energie, která je dostane na vyšší energetickou hladinu a elektrony (které mají záporný náboj) se uvolňují z valenční vazby a nechávají po sobě takzvanou díru (s kladným nábojem). Těmto elektronům říkáme volné, jelikož se mohou v rámci polovodiče pohybovat a jsou zárodkem vzniku elektrického proudu. Jelikož se záporný s kladným přitahuje, elektron je přitahován zpět k díře s opačným nábojem. Tomu ovšem brání tenká vrstva jiného materiálu napařené na plátku křemíku, který jinak tvoří hlavní část fotovoltaického panelu. Vznikne takzvaný PN přechod a uvolněné elektrony se zachycují právě v této vrstvě. V obou vrstvách nastává nadbytek a vzniká napětí.

6.2. Fotovoltaické systémy - zapojení

6.2.1. Systémy on-grid (sít'ové)

Takto zapojené fotovoltaické systémy jsou napojené na nadřazenou elektrickou síť a nemají žádné bateriové úložiště. Přebytky energie jsou dodávány do distribuční soustavy.



Obrázek 27: Sít'ová fotovoltaická elektrárna (On-grid)

6.2.2. Systémy off-grid (ostrovní)

Ostrovní fotovoltaický systém (označovaný také jako off grid) je typický tím, že není napojený na veřejnou síť a obsahuje akumulční prvky (neboli baterie). Ostrovní systémy jsou oblíbené převážně na místech, kde není přístup k rozvodné síti a nebo kde by vybudování elektrické přípojky znamenalo vynaložení vysokých finančních nákladů.

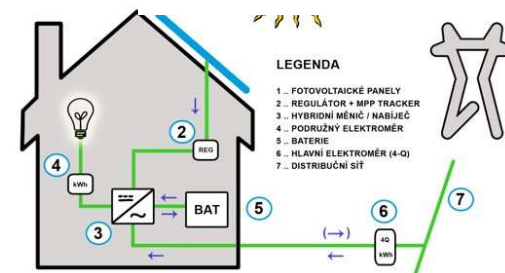
6.2.3. Hybridní systémy (HFVE)

Takovým mezníkem se ukázalo řešení takzvaných hybridních elektráren. Jedná se vlastně o rozšíření tradičních on-grid systémů o záložní baterie, do kterých je přes den ukládána přebytečná energie. Ta je pak využívána při nedostatečném záření (např. v noci). Tento systém obsahuje spínač, který při vybití baterie nebo při vyšší spotřebě odebírá potřebnou energii přímo ze sítě. Na ostrovní provoz je možné přejít kdykoliv.



Obrázek 28: Ostrovní fotovoltaická elektrárna (Off-grid)

Dle mého názoru (vzhledem k neustále rostoucím cenám pozemků, obecnému nedostatku volného prostoru a stále se zvyšujícím se počtem obyvatel) je vhodnější osazovat tyto panely na střechu obytných budov a pozemky využít pro jiné účely. Na druhou stranu, umístování fotovoltaických panelů na střechu se nedoporučuje z důvodu zvýšené možnosti vzniku požáru a komplikovaného hašení. To bývá většinou způsobeno buď nekvalitními součástkami a tedy lokální poruchou některého z komponentů, nebo technicky špatnou instalací samotného systému.



Obrázek 29: Hybridní fotovoltaická elektrárna (HFVE)



6.3. Fototermální systémy

Tyto systémy jsou schopné využít sluneční záření na přeměnu energie daleko více než právě zmíněná fotovoltaika. To je hodně ovlivněno vlastnostmi kolektoru a způsobem využití.

1. základní rozdělení
 - a) pasivní systémy – fungují bez speciálního technického zařízení (např. skleníků)
 - b) aktivní systémy - přenos energie je podporován čerpacím zařízením
2. rozdělení dle typu teplotnosné látky
 - a) vzduchové – předehřívání
 - b) kapalinové – nemrznoucí směsi, voda
3. rozdělení dle typu provozu:
 - a) high-flow systém – systémy s vysokým průtokem (50 až 75 l/h m²); poměrně vysoká účinnost, ohřátí média v řádu jednotek stupňů
 - b) low-flow systém – systémy s nízkým průtokem (10 - 15 l/h m²); nízká účinnost; ihned využitelná energie
 - c) matched-flow systém – systémy s proměnlivým průtokem; kombinace dvou předešlých
 - d) drain-back systém – systémy s vyprazdňováním kolektorů -ve stavu, kdy není dostatek sluneční energie, dojde k vypuštění vody z kolektorů; nízká náročnost na údržbu a vysoká spolehlivost
4. dle typu oběhu
 - a) gravitační (samotížné) systémy – zásobník na teplou vodu uistěn nad kolektory s výškovým rozdílem tak, že při zvýšení teploty vody se sníží její hustota a tím dojde k samovolnému koloběhu
 - b) systémy s nuceným oběhem – použití oběhového čerpadla, kolektory mohou být umístěny např. na střechu
 - c) s vyprazdňováním
5. podle typu okruhu
 - a) otevřený systém – bez výměníku tepla, teplotnosnou látkou bývá většinou voda
 - b) uzavřený systém – s výměníkem, teplotnosnou látkou bývá nemrznoucí kapalina

7. Příklady realizace v zahraničí

Kodaň, Hedebygade



Cena obnovy: 51 mil. USD

Obrázek 30: Kodaň, Hedebygade

Existují bytové domy, kde bylo využito solární energie ve formě solárních panelů a fotovoltaiky oblíbené již začátkem tisíciletí. Takové bychom našli například v Kodani ve čtvrti Hedebygade. Ta je z velké části tvořena pětipatrovými činžovními domy, které byly postavené kolem roku 1880, čemuž odpovídala i podoba a vybavení jednotlivých bytů. Tyto objekty bylo potřeba renovovat a zmodernizovat tak, aby vyhovovaly potřebám 21. století. Kromě fotovoltaiky tu lze najít i systém větrání s rekuperací nebo zadržování a využití dešťové vody.

Jeden z takových ucelených bloků čítající 12 bytových domů byl zrekonstruován pod vedením Kurta K. Christensena. Kromě samotné rekonstrukce bytů se jednalo i o výměnu vnější fasády, vnitřních společných prostorů i celé vnitřní filozofie vnitrobloku. Projekt a jeho realizace se staly příkladem pro další obnovy starých čtvrtí nejen dánských měst.

Cílem projektu bylo kromě změn v dispozičním řešení také optimalizace spotřeby tepla, teplé vody a elektrické energie především využitím obnovitelných zdrojů energie na bázi solární techniky a rekuperace.



Obrázek 31: Panely solárních systémů na vnitřních fasádách (Foto B. Koč)

Fotovoltaika byla v rekonstruovaném bloku umístěna na střeších, fasádách, parapetech, ale třeba i na zábradlí balkónů. Zajímavě je, že první panely zde byly instalovány začátkem tisíciletí a jejich max. výkon je 1,34 kW na plochu 32m². Dnes by tato hodnota byla minimálně pětinasobná (zdroj: Břetislav Koč, mgr. Jiří Zilvar, redakce, 7.10.2021)

Solární technologie zde spolupracují větracími systémy, kdy solární panely pomáhají s rekuperací tepla a větráním. Větší plochy fotovoltaických panelů jsou ochlazovány zezadu a teplo z ohřátého vzduchu je použito dál (vytápění, ohřev vody, rekuperační výměníky). Ochlazování navíc zvyšuje účinnost při výrobě elektřiny.

Jsou tu instalované například vzduchové solární kolektory, přičemž získané teplo se využívá ve ventilaci, k ohřevu teplé vody anebo se akumuluje. Je známo, že vzduchové kolektory nejsou tak účinné jako ty kapalinové. Mají ovšem některé technické výhody, například se nemusí řešit těsnost potrubí nebo jim v zimě nehrozí zamrznutí. U dalšího rekonstruovaného objektu jsou rekuperační prvky napájeny přímo ze systému fotovoltaiky, čímž se ušetří za jejich provoz. V jiném domě jsou zase takzvané, solární zdi“, což je 25 centimetrů tlustá skleněná stěna zakrytá zepředu solárními panely. Rekuperační jednotka je pak umístěna uvnitř. U dalšího domu je zase rozvod tepla zakomponován do vzduchotechniky, a teplo z něj se tak využívá pro ohřev vzduchu, dále tu jsou i kapalinové solární kolektory (zdroj: Břetislav Koč, mgr. Jiří Zilvar, redakce, 7.10.2021)



Obrázek 32 a 33: Detaily instalace teplovodních i fotovoltaických panelů na fasádách i balkonech domů. (Foto B. Koč)

Nad střechou jednoho z domů je dokonce instalován heliostat, jehož účelem je přímý přenos světla odrazem pomocí zrcadlové plochy přímo do domu k osvětlení schodiště. Zrcadlo heliostatu je řízeno počítačem, díky kterému je možné s ním hýbat podle aktuální polohy Slunce, respektive k tomu nejsvětlejší místu na obloze (v případě oblačnosti).



Obrázek 34: Heliostat (Foto B. Koč)

Bilance úspor

Všechny vyjmenované systémy v jednotlivých objektech jsou monitorovány jak v jednotlivých bytech, tak v rámci celého bloku, aby bylo možné vyhodnotit jejich účinnost. Uživatelé mohou sledovat své okamžité, denní, měsíční a roční spotřeby energií vody. Tento systém jim zároveň umožňuje sledovat roční úspory emisí CO₂.

Energetická bilance vykazuje snížení nákladů na vytápění o 20-25% oproti konzervativním způsobům obnovy v Dánsku a od 35-45% oproti stavu v Hedebygade před rekonstrukcí. Výrazně se snížila i spotřeba elektřiny, tepla a snížily se i celkové emise CO₂. Snížení spotřeby vody bylo také docíleno díky využití vody z dešťových srážek a šedé vody. Následující tabulka porovnává roční spotřeby energií v Hedebygade oproti průměrným hodnotám v Dánsku:

	Hedebygade	Dánsko
Spotřeba tepla		
MWh/osoba/rok	5	6,9
MWh/100 m ² /rok	12	11,5
Spotřeba el. energie		
kWh/osoba/rok	900	1 563
Spotřeba vody		
m ³ /osoba/rok	42	49,6
Emise CO₂		
t/osoba/rok	1,1	3,2

zdroj: TZB-INFO

Off Grid Solar System in Vårgårda, Sweden



Obrázek 35: Off grid with solar (Vårgårda, Sweden)

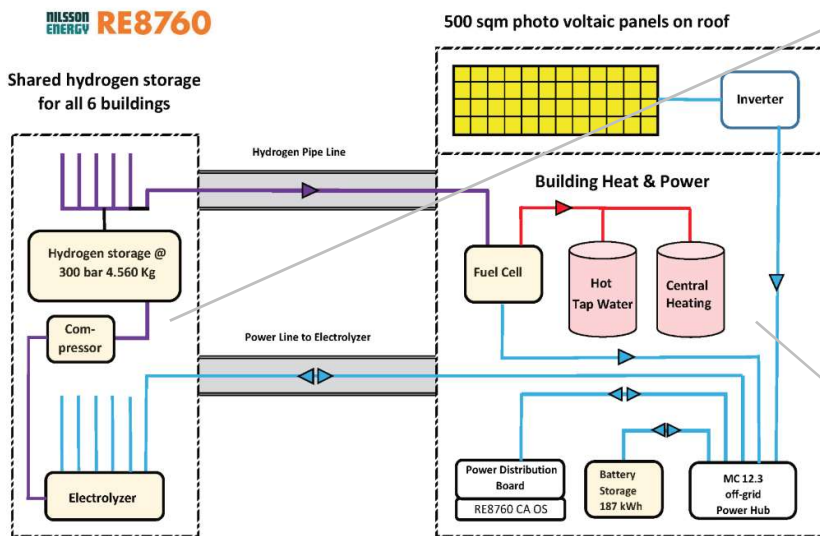
OFF - grid systém - princip:

Ostrovni systém se instaluje společně s bateriovým úložištěm. Tento systém poskytuje energii ze solárních panelů v době, která není stejná jako doba, kdy nastává její největší spotřeba (noční hodiny, během výpadku proudu). Výdrž baterie je silně závislá na způsobu užívání - optimální chod systému je proto zajištěn solárním regulátorem. Má čtyři hlavní komponenty: solární panely, invertor, baterii a regulátor. Solární panely generují stejnosměrný proud během dne a ukládají energii do baterie.

Vårgårda, švédské město je jedno z těch, kde se rozhodli jít cestou off-grid systému. Ten byl instalován v rámci rekonstrukce šesti bytových domů, které byly postaveny v polovině sedmdesátých let a už dlouho nespĺňovaly moderní standardy bydlení. Zastaralé budovy v kombinaci s vysokými náklady na provoz, údržbu i energetickou spotřebu dlouhodobě snižovaly hodnotu nemovitostí. Cílem bylo dosáhnout stabilních dodávek energie bez dálkového vytápění a hlavně učinit tyto nemovitosti nezávislé na veřejných sítích.

Solární energie v kombinaci s bateriemi, palivovými články a sezonním skladováním vodíku umožnila odpojení od dálkového vytápění. Tento systém je znázorněn na obrázku níže.

Energy System Overview (building level)



Obrázek 36: System Overview (zdroj: Břetislav Koč, mgr. Jiří Zilvar, redakce, 7.10.2021)

Levá strana:
Centrální zásobník vodíku s elektrolýzér, kompresorem a zásobníkem. Ten zásobuje jednotlivé budovy vodíkem pro provoz palivových článků. Všechny budovy naopak přivádějí přebytečnou solární energii do elektrolýzér a kompresoru, které vyrábí a následně ukládají vodík do zmíněného zásobníku

Pravá strana:
Individuální systém výroby energie s pomocí 500 m² solárních FV panelů, s baterií, se zásobníkem teplé vody, tepelným čerpadlem a distribuční jednotkou

Pokud jsou baterie plně nabitě, přebytečná solární energie jde do centrálního úložiště. Každý dům má systém propojený s dalšími 5 budovami a tvoří mikrosíť, která poskytuje možnost obsluhy kterékoli ze šesti budov.



Obrázek 37: Střechu každé renovované budovy pokrývá 500 metrů čtverečních fotovoltaických solárních panelů s výkonem 109 kWp při maximálním solárním přítlaku – roční produkce 98 000 kWh

Kromě obecných (architektonických a technických) vylepšení jsou nyní po rekonstrukci bytové domy vybaveny samostatným, ale propojeným energetickým systémem fungujícím na bázi solární energie, bateriového úložiště a vodíkových palivových článků.

Tento systém, který pohání geotermální tepelná čerpadla, je připojen na systém ústředního vytápění a uspokojuje tak všechny potřeby pro teplou vodu a vytápění.



Obrázek 38: Invertory v suterénu přeměňují stejnosměrný proud ze solárních panelů do bateriového úložiště a převádějí ho na střídavý, a ten je dále distribuován do budovy



Obrázek 39: Lithiová baterie má kapacitu 187 kWh a zásobuje budovu teplem až po dobu 48 hodin. Zároveň ukládá přebytečnou solární energii až do plného nabytí a ta je poté směřována do elektrolyzérů plnící vodíkový zásobník



Obrázek 40: Vzniklé teplo z palivového článku se využívá v systému ústředního vytápění budovy



Obrázek 41: Geotermální tepelné čerpadlo ohřívá teplou vodu z vodovodu a napájí systém ústředního vytápění, který obsluhuje byty a společné prostory budovy

Bytový projekt Backgårdsgatan je příkladem toho, jak je možné skloubit moderní potřeby společně s šetrným přístupem k životnímu prostředí a klimatu a udržitelnou výstavbou bez zbytečných emisí a spalování fosilních paliv.

Vårgårda, malé město na jihozápadě Švédska, učinilo významný krok do budoucnosti udržitelného veřejného bydlení a díky kombinaci solárních panelů, baterií a vodíkových palivových článků je šest nově zrekonstruovaných bytových domů soběstačných v oblasti elektřiny a tepla. Hodnota nemovitostí přitom vzrostla o 800 procent. (zdroj: Michael Jensen, energetický a klimatický novinář, Kodaň)

Solar House / studio Albori

Dům se nachází v nadmořské výšce 1750 metrů, ve Valle d'Aosta, za malou vesnicí Vens, s výhledem na oblouk hor táhnoucí se od Monte Emilius k masivu Gran Paradiso a Grivola

Sluneční energie je zde využívána třemi různými způsoby: Přímá akumulace skrz okenní výplně na jižní fasádě a přeměněná na elektřinu pomocí fotovoltaických panelů umístěných na střeše. Jediným dalším zdrojem energie, který tento dům využívá, je dřevo do sporáku, který se nachází v přízemí. (zdroj: "Solární dům / studio Albori" 20. června 2012. ArchDaily)



Obrázek 42 a 43: Solar house jižní fasáda (Archdaily, 2011)



Obrázek 44 - Solar house pohledy (Archdaily, 2011)



Závěr

V teoretické části jsem se zabývala možnými způsoby snížení spotřeby elektrické energie pomocí solárních systémů, které jsem pak následně navrhla i do samotné projektové části bakalářské práce. Ve svém projektu jsem navrhla systém stropního vytápění a ohřevu teplé vody s podporou solárních systémů pro čtyřpodlažní bytový dům o 20 bytech. Systém stropních panelů využívá nízkých teplot při teplotním spádu 40/36°C. Panely bylo na některých místech (zejména v koupelnách) nutno doplnit trubkovými otopnými tělesy, jelikož stropní plocha potřebná k dostatečnému ohřátí stropními panely v koupelnách zpravidla nestačila v porovnání k množství tepla, které bylo potřeba zajistit. Rozvody a potrubí (stoupací potrubí, potrubí spodního rozvodu a potrubí horizontálních přípojek) byla navržena z plastu a veškerá potrubí jsou vedena v tepelné izolaci podle vyhlášky č. 193/2007 Sb. Hlavním zdrojem tepla bylo navrženo tepelné čerpadlo země - voda o výkonu 53,8kW.

V projektové části je ukázán návrh systému stropního vytápění společně s podporou fototermálních systémů. Tyto systémy jsem v projektu navrhla tak, aby podporovaly kombinaci přípravy teplé vody a zároveň i vytápění. Čtenář by měl mít po přečtení teoretické části základní přehled o nejrůznějších možnostech využití solární energie ke snížení energetické náročnosti budov a celkově se dozvědět něco více o výhodách využívání obnovitelných zdrojů.



ZDROJE:

- [1] ENCYKLOPEDIIE ENERGETIKY; Energie z obnovitelných zdrojů, 2011 (cit. 17.2.2022)
Dostupné z: <https://www.svetenergie.cz/data/web/vzdelavaci-program-cez/tiskoviny/encyklopedie-obnovitelne-zdroje-e.pdf>
- [2] NOVÁ ZELENÁ ÚSPORÁM; O programu - Bytové domy, 2021 (cit. 17.2.2022) Dostupné z: <https://novazelenausporam.cz/zakladni-informace/>
- [3] CEZ; Přeměny energie, (cit. 19.2.2022) Dostupné z: <https://www.cez.cz/edee/content/microsites/solarni/k13.htm>
- [4] Sluneční energie; autor neznámý, 2021 Dostupné z: https://cs.wikipedia.org/wiki/Slune%C4%8Dn%C3%AD_energie
- [5] ELUC; Energie větru, 2014 (cit. 14.4.2022) Dostupné z: <https://eluc.kr-olomoucky.cz/verejne/lekce/2072>
- [6] ELUC; Energie vody, 2014 (cit. 14.4.2022) Dostupné z: <https://eluc.ikap.cz/verejne/lekce/2069>
- [8] ADAMOVSKEJ, Ing. Daniel, Technické zařízení budov 2 - přednášky, 2021, [Cit. 7.3.2022].
Dostupné z: <http://tzb.fsv.cvut.cz/?mod=vyuka&kod=125TB2>
- [6] OENERGETICE. CZ; Obnovitelné zdroje energie – biomasa, 2019
<https://oenergetice.cz/obnovitelne-zdroje-energie/biomasa-vyuziti-zpracovani-vyhody-a- nevyhody>
- [7] VRANÝ, TOMISLAV; Fotovoltaický panel, 2020 (cit 4.3.2021) Dostupné z: <https://www.espritplzen.cz/fotovoltaicky-panel-jaky-typ-bude-nejlepsi-pro-vas-dum/>
- [8] ISOFENERGY; Fotovoltaika v podmínkách České republiky, (cit. 21.3.2022)
Dostupné z: <http://www.isofenergy.cz/slunecni-zareni-v-cr.aspx>
- [9] ESTAV.cz; Bytový dům může využít solární panely k úsporám či k prodeji energie (cit. 21.3.2022)
Dostupné z: <https://www.estav.cz/cz/7279.jak-muze-bytovy-dum-vyuzit-solarni-panely-pro-uspory-ci-vydelat-na-prodeji-energie>
- [10] SROVNEJTO.CZ - ARCHIV; Fotovoltaika v bytových domech, 2021 (cit. 21.3.2022) Dostupné z: <https://www.srovnejto.cz/blog/je-mozne-mit-fotovoltaiku-v-bytovem-dome/>
- [11] MATAJS, Vladimír; Dotace na fotovoltaické elektrárny pro bytové domy, 2022 (cit. 5.4.2022)
Dostupné z: <https://www.solarniexperti.cz/dotace-nzu-fve-pro-panelove-a-bytove-domy>
- [12] MATUŠKA, doc. Ing. Tomáš; Solární termické systémy pro bytové domy, 2015 (cit. 5.4.2022)
Dostupné z: http://users.fs.cvut.cz/tomas.matuska/wordpress/wp-content/uploads/2015/02/matuska_solar_BD_ECCB2015.pdf
- [13] MATUŠKA, doc. Ing. Tomáš; Typy solárních kolektorů, 2019 (cit 5.4.2022) Dostupné z: <https://oze.tzb-info.cz/solarni-kolektory/154-typy-solarnich-kolektoru>



- [14] Svoboda a spol; Sluneční kolektor - obecná charakteristika, 2012 (cit. 6.4.2022) Dostupné z: <http://www.svobodaaspol.cz/solarni-kolektory-obecne.html>
- [15] MATUŠKA, doc. Ing. Tomáš; AZE – Typy solárních kolektorů (Přednášky), 2017 Dostupné z: http://users.fs.cvut.cz/tomas.matuska/wordpress/wp-content/uploads/2015/02/AZE-P2-solarni_kolektory.pdf
- [16] KRYTINY – STŘECHY; CHARAKTERISTIKA SOLÁRNÍCH KOLEKTORŮ, 2014 Dostupné z: https://www.krytiny-strechy.cz/technicke_info-k-navrhovani-strech/solarni-kolektory/10079-charakteristika-solarnich-kolektoru-a.html#.YhvNmejMJPY
- [18] MATUŠKA, doc. Ing. Tomáš; Optické a tepelné charakteristiky solárních kolektorů, 2017 (cit. 03.4.2022) Dostupné z: <https://portal.cvut.cz/wp-content/uploads/2017/04/HP2010-19-Matuska.pdf>
- [19] BOHEMIA CIVIL ENGINEERING; FOTOVOLTAIKA, 2019 (cit. 03.4.2022) Dostupné z: <https://www.bce.cz/zjednodusene-co-je-to-fotovoltaicky-jev/>
- [20] BŘETISLAV KOČ, MGR. JIŘÍ ZILVAR, Kodaň, Hedebygade, 2021 (cit. 03.4.2022) Dostupné z: <https://stavba.tzb-info.cz/zdrava-architektura/22869-kodan-hedebygade-bytove-domy-kde-meli-fotovoltaiku-a-vetrani-s-rekuperaci-uz-na-zacatku-tisicileti>
- [21] MICHAEL J.; Swedish Public Housing project goes Off-Grid with Solar, Hydrogen and fuel cells, 2019 (cit. 03.4.2022) Dostupné z: <https://www.linkedin.com/pulse/swedish-public-housing-project-goes-off-grid-solar-h2-michael-jensen>
- [22] STUDIO ALBORI; Solar House, 2012 (cit. 4.4.2022) Dostupné z: <https://www.archdaily.com/245260/solar-house-studio-albori>
- [23] MATAJS, Vladimír; Fotovoltaika (cit. 4.4.2022) Dostupné z: <https://www.solarniexperti.cz/casto-kladene-dotazy-faq-fotovoltaika>
- [25] ACTUM s.r.o.; Alternativní zdroje energie. [online]. Dostupné z: <http://www.alternativni-zdroje.cz/vodni-energie.htm>
- [26] DUFKA, Jaroslav. Vytápění: pro 3. ročník učebního oboru instalatér. první. Praha 1: Sobotáles, 2001. první. ISBN 80-85920-80-8[Cit. 11.3.2022]. Dostupné z: <https://eluc.ikap.cz/verejne/lekce/2071>
- [27] KABELE, prof. Ing. Karel, *Technické zařízení budov 1 - přednášky*, 2021, [Cit. 11.3.2022]. Dostupné z: <http://tzb.fsv.cvut.cz/?mod=vyuka&kod=125TZ01>
- [28] POJAR, Petr, Tepelné čerpadlo vzduch-voda nebo země-voda?, 2017, [Cit. 11.3.2022]. Dostupné z: <https://www.ceskestavby.cz/clanky/tepelne-cerpadlo-vzduch-voda-nebo-zeme-voda-25817.html>
- [29] FV – PLAST, Technický manuál [Cit. 23.2.2022]. Dostupné z: <https://www.fv-plast.cz/media/cache/file/be/technical-manual-CZ.pdf>
- [30] TOMČIAK; Ing. Jan, Způsoby využívání sluneční energie, 2021, [Cit. 16.04.2022]. Dostupné z: <https://www.tzb-info.cz/1952-sposoby-vyuzivania-slncenej-energie>



[31] MAJZLÍK; Viktor, Ekologické zdroje energií, 2022 [Cit. 26.4.2022]. Dostupné z: https://www.garantovanynajem.cz/ekologicke_zdroje_energie_zajimaji_i_najemce

Obrázky

Vodní energie

Obr. 1: Lundegaard - e business solutions provider. Obrázek. [online]. [cit. 2014-11-27]. Dostupné z: http://www.energetickyporadce.cz/cs/uspory-energie/obnovitelne-zdroje/energie-vody/Contents/0/_turbina.jpg

Obr. 2: Jzed & energyweb & energ.cz & ČEZ. lu: 2008. Obrázek. [online]. [cit. 2014-11-27]. Dostupné z: <https://encrypted-tbn0.gstatic.com/images?q=tbn:ANd9GcQowBCHxNfWkGWyKe7SdRIGoDgENmlwm4SXPeR5LOTIFq4gukI85A>

Větrná energie

Obr. 3: VANĚK, Vít. In: [online]. [cit. 2022-04-02]. Dostupné z: <http://itras.cz/fotogalerie/pronajem-hausbotu-batuv-kanal/velke/vetrny-mlyn-jalubi-002.jpg>

Obr. 4: BARTOS, Frank. [online]. [cit. 2022-04-02]. Dostupné z: http://www.controlengcesko.com/fileadmin/grafika/%C5%99%C3%ADjen2009/hlavn%C3%AD_t%C3%A9ma_10.jpg

Obr. 5: Autor neznámý. Obrázek. [online]. [cit. 2022-04-02]. Dostupné z: http://www.donaukurier.de/storage/pic/afp/journal/eco/2021951_1_xio-femsimage-20110421091711-006022-4dafd9f74aa17.photo_1303278158279-1-HD.jpg?version=1303370333

Obr. 6: Jzed & energyweb & ČEZ lu: 26.III.2007. Obrázek. [online]. [cit. 2022-04-02]. Dostupné z: https://www.google.cz/search?q=v%C4%9Btrn%C3%A1+elektr%C3%A1rna+princip&client=firefox-a&hs=UIs&rls=org.mozilla:cs:official&channel=sb&source=lnms&tbn=isch&sa=X&ei=kakIU9OaL4aJtQab8YDwAQ&ved=0CAkQ_AUoAQ&biw=1680&bih=878#facrc=_&imgdii=_&imgcr=7A7Ndfy637ADcM%253A%3BfjZtoTk_DQsmoM%3Bhttp%253A%252F%252Fok1zed.web.cz%252Fimg%252Ffelw-4304.gif%3Bhttp%253A%252F%252Fok1zed.web.cz%252Fs%252Ffel_vetrna.htm%3B171%3B245

Biomasa

Obr. 7: Ekostrazce.cz. [online]. [cit. 2014-11-27]. Dostupné z: <http://www.ekostrazce.cz/files/primarni-zdroje/obnovitelne-zdroje/biomasa.png>

Obr. 8: Autor neznámý. [online]. [cit. 2014-11-27]. Dostupné z: https://www.google.cz/search?q=biomasa&client=firefox-a&hs=P3O&rls=org.mozilla:cs:official&channel=sb&source=lnms&tbn=isch&sa=X&ei=SNsuU9DhEqug7AbkmoGYBg&ved=0CAkQ_AUoAQ&biw=1680&bih=878#facrc=_&imgdii=_&imgcr=6taqE5_dFHbKbM%253A%3Byw830IVlhFX87M%3Bhttp%253A%252F%252Felektrarne.unas.cz%252Fsubory%252Fbiomasa_1.jpg%3Bhttp%253A%252F%252Felektrarne.unas.cz%252Fsubory%252Fbio



[masa.htm%3B750%3B404](#)

Obr.9: STUPAVSKÝ, Vladimír: Zplynovací kotel na kusové dřevo, polena a dřevěné brikety.

Biom.cz. [online]. [cit. 2022-03-27]. Dostupné z:

https://www.google.cz/search?q=kotel+na+d%C5%99evo&client=firefox-a&hs=6Ok&rls=org.mozilla:cs:official&channel=sb&source=lnms&tbm=isch&sa=X&ei=jOUuU5TRGob27AaRvICwBg&ved=0CAkQ_AUoAQ&biw=1680&bih=878#facrc=&imgdii=&imgrc=isDIDmniLCinM%253A%3BiUIgwgNA3Pt3OM%3Bhttp%253A%252F%252Fbiom.cz%252Fupload%252F9dde8a86bc39c815ad93f4e52cbe3ebf%252Fzplynovaci_kotel_guntamatic.jpg%3Bhttp%253A%252F%252Fbiom.cz%252Fcz%252Fodborne-clanky%252Fzplynovaci-kotel-na-kusove-drevo-polena-a-drevene-brikety%3B700%3B4

Obr. 10: Efiex. es. [online]. [cit. 2022-03-27]. Dostupné z:

https://www.google.cz/search?q=biomasa&client=firefox-a&hs=P3O&rls=org.mozilla:cs:official&channel=sb&source=lnms&tbm=isch&sa=X&ei=SNsuU9DhEqug7AbkmoGYBg&ved=0CAkQ_AUoAQ&biw=1680&bih=878#facrc=&imgdii=&imgrc=hjQso0q0Y5CCsM%253A%3BarHVJbd1XKr1SM%3Bhttp%253A%252F%252Fefiex.es%252Fwp-content%252Fuploads%252F2013%252F04%252FBiomasa1.jpg%3Bhttp%253A%252F%252Fefiex.es%252Fahorro-energetico%252Fbiomasa%252F%3B460%3B259

Obr. 11: Bioplynové stanice Tenza a.s. [online]. [cit. 2015-01-18]. Dostupné z:

https://www.google.cz/search?q=bioplyn&client=firefox-a&hs=PrP&rls=org.mozilla:cs:official&channel=sb&source=lnms&tbm=isch&sa=X&ei=ZOcuU8O8HerR7AaJ94DIBg&ved=0CAkQ_AUoAQ&biw=1680&bih=878#facrc=&imgdii=&imgrc=OSh4KAe_R08A8M%253A%3BxPod5O1Jn6-q-M%3Bhttp%253A%252F%252Fwww.tenza.cz%252Fimages%252F1561462%3Bhttp%253A%252F%252Fwww.tenza.cz%252Fcz%252Faktivita%252Fenergetika%252Fenergeticke-stavby%252Fbioplynove-stanice%252F%3B600%3B472

Přímé využití

Obr. č. 12: CEZ; Přeměny energie, Dostupné z:

<https://www.cez.cz/edee/content/microsites/solarni/k13.htm>

Obr. č. 13: CEZ; Přeměny energie, Dostupné z:

<https://www.cez.cz/edee/content/microsites/solarni/k13.htm>

Obr. 14: ISOENERGY; Fotovoltaika v podmínkách České republiky, (cit. 21.3.2022) Dostupné z:

<http://www.isofenergy.cz/slunecni-zareni-v-cr.aspx>

Obr. 15: MATAJS, Vladimír; Dotace na fotovoltaické elektrárny pro bytové domy, 2022 (cit.

5.4.2022) Dostupné z: <https://www.solarniexperti.cz/dotace-nzu-fve-pro-panelove-a-bytove-domy>

Obr.: 16: POVRCHÁŘI; Online časopis, červenec 2016, 2016(cit. 16.4.2022) Dostupné z:

http://povrchari.cz/kestazeni/201604_povrchari.pdf

Obr.17: MATUŠKA, doc. Ing. Tomáš; AZE – Typy solárních kolektorů (Přednášky), 2017 Dostupné

z: http://users.fs.cvut.cz/tomas.matuska/wordpress/wp-content/uploads/2015/02/AZE-P2-solarni_kolektory.pdf



Obr. 18: MATUŠKA, doc. Ing. Tomáš; TZB info - Typy solárních kolektorů, 2019 Dostupné z: <https://oze.tzb-info.cz/solarni-kolektory/154-typy-solarnich-kolektoru>

Obr. 20: MATUŠKA, doc. Ing. Tomáš; TZB info - Typy solárních kolektorů, 2019 Dostupné z: <https://oze.tzb-info.cz/solarni-kolektory/154-typy-solarnich-kolektoru>

Obr. 21: MATUŠKA, doc. Ing. Tomáš; Účinnost vakuových trubkových solárních kolektorů (I), 2008 Dostupné z: <https://oze.tzb-info.cz/solarni-kolektory/4903-ucinnost-vakuovych-trubkovych-solarnich-kolektoru-i>

Obr. 22: MATUŠKA, doc. Ing. Tomáš; Účinnost vakuových trubkových solárních kolektorů (I), 2008 Dostupné z: <https://oze.tzb-info.cz/solarni-kolektory/4903-ucinnost-vakuovych-trubkovych-solarnich-kolektoru-i>

Obr. 23: MATUŠKA, doc. Ing. Tomáš; Účinnost vakuových trubkových solárních kolektorů (I), 2008 Dostupné z: <https://oze.tzb-info.cz/solarni-kolektory/4903-ucinnost-vakuovych-trubkovych-solarnich-kolektoru-i>

Obr. 24: MATUŠKA, doc. Ing. Tomáš; AZE – Typy solárních kolektorů (Přednášky), 2017 Dostupné z: http://users.fs.cvut.cz/tomas.matuska/wordpress/wp-content/uploads/2015/02/AZE-P2-solarni_kolektory.pdf

Obr. 25: MATUŠKA, doc. Ing. Tomáš; AZE – Typy solárních kolektorů (Přednášky), 2017 Dostupné z: http://users.fs.cvut.cz/tomas.matuska/wordpress/wp-content/uploads/2015/02/AZE-P2-solarni_kolektory.pdf

Obr. 26: MATUŠKA, doc. Ing. Tomáš; AZE – Typy solárních kolektorů (Přednášky), 2017 Dostupné z: http://users.fs.cvut.cz/tomas.matuska/wordpress/wp-content/uploads/2015/02/AZE-P2-solarni_kolektory.pdf

Obr. 27,28,29: SVP SOLAR; Fotovoltaika Dostupné z: <https://www.svp-solar.cz/fotovoltaika/>

Obr. 30-34 : KOČ, Břetislav; Kodaň, Hedebygade, 2021 (cit. 03.4.2022) Dostupné z: <https://stavba.tzb-info.cz/zdrava-architektura/22869-kodan-hedebygade-bytove-domy-kde-meli-fotovoltaiku-a-vetrani-s-rekuperaci-uz-na-zacatku-tisicileti>

Obr. 35: JENSEN, Michael; Off Grid Solar System in Vårgårda, Sweden, 2019 Dostupné z: <https://www.linkedin.com/pulse/swedish-public-housing-project-goes-off-grid-solar-h2-michael-jensen>

Obr. 36: JENSEN, Michael; Off Grid Solar System in Vårgårda, Sweden, 2019 Dostupné z: <https://www.linkedin.com/pulse/swedish-public-housing-project-goes-off-grid-solar-h2-michael-jensen>

Obr. 37-41: JENSEN, Michael; Off Grid Solar System in Vårgårda, Sweden, 2019 Dostupné z: <https://www.linkedin.com/pulse/swedish-public-housing-project-goes-off-grid-solar-h2-michael-jensen>

Obr 42-44. STUDIO ALBORI; Solar House, 2011 Dostupné z: <https://www.archdaily.com/245260/solar-house-studio-albori>