

**ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ  
V PRAZE**

**FAKULTA STAVEBNÍ  
KATEDRA KONSTRUKCÍ POZEMNÍCH STAVEB**



**BAKALÁŘSKÁ PRÁCE**

Bytový dům Frauenfeld  
Residential building Frauenfeld

**2023**

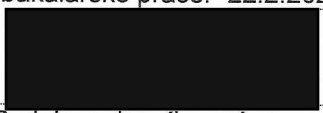

**MATĚJ KUTIL**

## ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

### I. OSOBNÍ A STUDIJNÍ ÚDAJE


Příjmení: <u>Kutil</u>	Jméno: <u>Matěj</u>	Osobní číslo: <u>495018</u>
Zadávací katedra: <u>K124</u>		
Studijní program: <u>Stavební inženýrství</u>		
Studijní obor/specializace: <u>Konstrukce pozemních staveb</u>		

### II. ÚDAJE K BAKALÁŘSKÉ PRÁCI

Název bakalářské práce: <u>Bytový dům Frauenfeld</u>	
Název bakalářské práce anglicky: <u>Residential building Frauenfeld</u>	
Pokyny pro vypracování: Úvodní řešerše k tématu pasivního domu - využití solárních systémů v energetické koncepci PD, rozsah cca 10-15 stran. Na zadání dle studie (umístit v CZ) zpracovat energetické a stavebně-technické řešení obálky objektu (v max. míře blížíci se pasivnímu standardu) v materiálových/konstrukčních variantách s jejich následným vyhodnocením (technologie, vzduchotěsnost, tloušťka konstrukce aj.), zpracovat projektovou dokumentaci pro stavební povolení částí: A, C.3, D.1.1, D.1.2 (předběžný návrh a vybrané výkresy tvaru/skladby), D.1.4 (návrh zdrojů + přípojky, základní trasování ZTI, VYT, koncepce a dimenze VZT), část D.1.1 doplnit o podrobný návrh všech skladeb konstrukcí a vybrané stavební detaily (min. 6).	
Seznam doporučené literatury: - Konstrukční detaily pro pasivní domy - Juraj Hazucha, Jan Bárta - Vzduchotěsnost obvodových plášťů budov - Jiří Novák (Grada) - vyhl. 499/2006 Sb. o dokumentaci staveb - vyhl. 268/2009 Sb. o technických požadavcích na stavby, navazující ČSN (ČSN EN)	
Jméno vedoucího bakalářské práce: <u>Ing. Ctislav Fiala, Ph.D.</u>	
Datum zadání bakalářské práce: <u>22.2.2023</u>	Termín odevzdání BP v IS KOS: <u>22.5.2023</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 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“.*

<u>22.2.2023</u> Datum převzetí zadání	 Podpis studenta(ky)
---	---

## **Čestné prohlášení**

Prohlašuji, že jsem tuto bakalářskou práci „Bytový dům Frauenfeld“ vypracoval samostatně, za přispění odborných konzultací Ing. Ctislava Fialy, Ph.D. a uvedené literatury v technické zprávě.

V Davli 20.května 2023

---

Matěj Kutil

## **Poděkování**

Velice bych chtěl poděkovat mému vedoucímu bakalářské práce, kterým byl pan Ing. Ctislav Fiala, Ph.D., za odborné konzultace a poskytnutí velmi užitečných informací a zkušeností.

## **Anotace**

Téma: Bytový dům Frauenfeld

Předmětem této bakalářské práce je návrh a vypracování projektové dokumentace pro novostavbu bytového domu v Davli. Práce obsahuje několik částí a to úvodní rešerši k tématu pasivního domu (využití solárních systémů v energetické koncepci pasivního domu) stavebně-architektonickou část, konstrukčně-statickou část a koncepční část TZB. Projektová dokumentace byla vypracována dle studie bytového domu ve městě Frauenfeld (Švýcarsko).

## **Klíčová slova**

Bytový dům, solární systémy, pasivní dům, železobeton, provětrávaná fasáda

## **Abstract**

Theme: Residential building Frauenfeld

The subject of this bachelor thesis is the concept and development of project documentation for the new construction of a residential building in Davle. This thesis contains several parts, namely an introductory research on the topic of passive house (the use of solar systems in the energy concept of a passive house) a construction and architectural part, a structural and static part and a conceptual part of the HVAC. The project documentation was developed according to a study of a residential building in Frauenfeld (Switzerland).

## **Keywords**

Residential building, solar systems, passive house, reinforced concrete, ventilated facade

# Obsah bakalářské práce

1. Rešerše – Solární systémy u pasivních domů	
2. A – Průvodní zpráva	
3. C – Situační výkresy	
• 1 – Koordinační situace	1:250
4. D.1.1. – Architektonicko-stavební řešení	
• 2 – Výkres půdorysu základů	1:70
• 3 – Výkres půdorysu 1.PP	1:70
• 4 – Výkres půdorysu 1.NP	1:50
• 5 – Výkres půdorysu 2.NP	1:50
• 6 – Výkres půdorysu 3.NP	1:50
• 7 – Výkres půdorysu střechy	1:50
• 8 – Řez A	1:70
• 9 – Řez B	1:70
• 10 – Pohled jižní	1:100
• 11 – Pohled severní	1:100
• 12 – Pohled západní	1:100
• 13 – Pohled východní	1:100
• 14 – Výkres skladeb	1:16
• 15 – Detail soklu	1:10
• 16 – Detail paty stěny	1:10
• 17 – Detail atiky	1:10
• 18 – Detail ostění	1:5
• 19 – Detail nadpraží	1:5
• 20 – Detail terasy	1:5
5. D.1.2. – Stavebně konstrukční řešení	
• 21 – Technická zpráva	
• 22 – Předběžný statický výpočet	
• 23 – Konstrukční systém 1.PP	1:120
• 24 – Konstrukční systém 1.NP	1:120
• 25 – Konstrukční systém 2.NP	1:120
• 26 – Konstrukční systém 3.NP	1:120
• 27 – Výkres tvaru 1.PP	1:70
6. D.1.4. – Technika prostředí staveb	
• 28 – Technická zpráva	
• 29 – Návrh systémů TZB	
• 30 – Výpočet tepelných ztrát	
• 31 – Výkres kanalizace 1.PP	1:90
• 32 – Výkres kanalizace 1.NP	1:90
• 33 – Výkres kanalizace 2.NP	1:90
• 34 – Výkres kanalizace 3.NP	1:90
• 35 – Výkres vodovodu 1.PP	1:90
• 36 – Výkres vodovodu 1.NP	1:90
• 37 – Výkres vodovodu 2.NP	1:90

- 38 – Výkres vodovodu 3.NP 1:90
- 39 – Výkres vytápění 1.PP 1:90
- 40 – Výkres vytápění 1.NP 1:90
- 41 – Výkres vytápění 2.NP 1:90
- 42 – Výkres vytápění 3.NP 1:90
- 43 – Výkres vzduchotechniky koncepce 1.PP 1:90
- 44 – Výkres vzduchotechniky koncepce 1.NP 1:90
- 45 – Výkres vzduchotechniky koncepce 2.NP 1:90
- 46 – Výkres vzduchotechniky koncepce 3.NP 1:90
- 47 – Výkres vzduchotechniky koncepce střecha 1:90
- 48 – Výkres vzduchotechniky 1.PP 1:90
- 49 – Výkres vzduchotechniky 1.NP 1:90
- 50 – Výkres vzduchotechniky 2.NP 1:90
- 51 – Výkres vzduchotechniky 3.NP 1:90
- 52 – Výkres vzduchotechniky střecha 1:90

#### **7. E – Dokladová část**

- 53 – Výstup z programu Teplo 2017
- 54 – Hranice vytápěného a nevytápěného prostoru
- 55 – Výstup z programu GEO5
- 56 – Výpočet průměrného součinitele prostupu tepla



**ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ  
V PRAZE**

**FAKULTA STAVEBNÍ  
KATEDRA KONSTRUKCÍ POZEMNÍCH STAVEB**



**REŠERŠE**

Využití solárních systémů u pasivních domů

**BAKALÁŘSKÁ PRÁCE**

Bytový dům Frauenfeld  
Residential building Frauenfeld

**2023**

**MATĚJ KUTIL**



## Obsah

1	Úvod do tématu .....	3
1.1	Co to je pasivní dům .....	3
1.2	Co je to solární systém .....	4
2	Návrh a dimenzování solárního systému .....	6
2.1	Solární panely .....	6
2.2	Baterie .....	7
2.3	Podle jakých parametrů navrhujeme .....	9
2.4	Potřebná opatření pro provoz .....	9
3	Instalace .....	9
3.1	Na šikmou střechu .....	10
3.2	Na plochou střechu .....	10
4	Zhodnocení .....	11
4.1	Výkon, výroba elektřiny, vhodné řešení .....	11
4.2	Modelový příklad (nabídka) .....	11
4.3	Pořizovací náklady a návratnost .....	13
4.4	Výhody .....	14
4.5	Nevýhody .....	14
5	Závěr .....	15
6	Použitá literatura .....	16
7	Seznam obrázků .....	17
8	Seznam tabulek .....	17

# 1 Úvod do tématu

## 1.1 Co to je pasivní dům

Pasivní dům je mezinárodně uznávaný standard stavby, která splňuje určitá kritéria energetických vlastností konstrukcí a systémů budovy. Název se odvíjí z principu využívání pasivních tepelných zisků.

Hlavním rozdílem mezi pasivním domem a nízkoenergetickým domem je úroveň energetické náročnosti.

Pasivní dům je navržen tak, aby byl maximálně energeticky úsporný a využíval minimum energie pro vytápění, chlazení a osvětlení. Pasivní dům splňuje přísné normy na spotřebu energie a využívá aktivní i pasivní solární zisky a tepelnou izolaci, aby minimalizoval spotřebu energie na vytápění a chlazení. Pasivní domy mají obvykle také větrání s rekuperací tepla, které minimalizuje tepelné ztráty.

Nízkoenergetický dům je také energeticky úsporný, ale jeho energetická náročnost je vyšší než u pasivního domu. Nízkoenergetický dům také využívá solární energii a tepelnou izolaci, aby snížil spotřebu energie, ale nesplňuje přísné normy na energetickou náročnost jako pasivní dům.

Pasivní dům je v tomto směru výrazně úspornější a díky tomu i ekologičtější.

Ideální tvar pro pasivní dům je tvar kompaktního kvádrů. Důvodem je, že kompaktní tvar minimalizuje povrchovou plochu a tím snižuje ztráty tepla skrz stěny a stropy.

Pasivní dům by měl být navržen tak, aby minimalizoval svou tepelnou zátěž a využíval přírodní sluneční energii co nejvíce. Pokud by dům měl složitý tvar s množstvím vystupujících prvků a zákoutí, mohlo by to zvýšit jeho tepelnou zátěž, což by vyžadovalo více energie na vytápění a chlazení a ideální sklon střechy by měl být okolo 5-20°. Využívá efektivně tepelnou energii z obyvatel, spotřebičů, a hlavně slunečního záření.

*Díky chytré technologii větrání je potřeba pasivní dům vytápět cca 15 až 20 dní v roce. [2]*

### **Pasivní dům dle PHPP**

*Jde o výpočet podle zvyklostí Passivhaus institutu v Darmstadtu. Pasivní dům je dle tohoto výpočtu definován mimo jiné i měrnou potřebou tepla na vytápění na čistou podlahovou plochu. Ta nesmí být větší než 15 kWh/(m<sup>2</sup>.a). [1]*

		Průměrný součinitel prostupu tepla $U_{em}$ [W/(m <sup>2</sup> K)]	Měrná potřeba tepla na vytápění [kWh/(m <sup>2</sup> a)]	Měrná potřeba energie na chlazení [kWh/(m <sup>2</sup> a)]	Měrná potřeba primární energie [kWh/(m <sup>2</sup> a)]
Obytná budova	Rodinný dům	≤ 0,25 požadováno ≤ 0,20 doporučeno	≤ 20 požadováno ≤ 15 doporučeno	0 <sup>2)</sup>	≤ 60
	Bytový dům	≤ 0,35 požadováno ≤ 0,30 doporučeno	≤ 15	0 <sup>2)</sup>	≤ 60
Neobytná budova s převažující teplotou 18°C – 22 °C		≤ 0,35 <sup>1)</sup>	≤ 15	≤ 15	≤ 120
Ostatní budovy		Požadavky stanoveny individuálně s využitím aktuálních poznatků odborné literatury			≤ 120
<p>1) Uvedená hodnota je doporučena, nejvýše však musí být rovna odpovídající hodnotě <math>U_{em,rec}</math> podle [2].</p> <p>2) Stavební řešení musí být takové, aby strojní chlazení nebylo potřebné. Pokud by výjimečně bylo dodatečně použito, musí být odpovídajícím způsobem zahrnuto do hodnocení primární energie, a to i kdyby se jednalo o individuální jednotky považované za elektrické spotřebiče.</p>					

Tabulka 1: Základní charakteristiky pasivních budov převzato z [2]

## 1.2 Co je to solární systém

Solární systém je soubor zařízení určených k využití sluneční energie ke výrobě elektřiny nebo tepla. Solární systém využívá slunečního záření a přeměňuje ho na energii, kterou lze využít pro různé účely.

Existují dva základní typy aktivních solárních systémů: fotovoltaický systém a solární tepelný systém pro ohřev vody.

- **Pasivní využití sluneční energie spočívá ve skleníkovém jevu.** Můžeme díky němu bez speciálních přístrojů vytopit například dům nebo bazén. Nejčastěji se s ním setkáte v nízkoenergetických nebo pasivních domech.
- **Efektivnější je aktivní využití sluneční energie pomocí solárních kolektorů nebo fotovoltaických panelů.** Solární kolektory využíváme k ohřevu vody a přitápění. Fotovoltaické panely využíváme k výrobě elektřiny.

*Solární kolektory mají nižší pořizovací náklady a vyšší výnos energie. Často je najdete na střeších domů i vedle bazénů. Fungují na jednoduchém principu – tmavý povrch panelů pohltí sluneční energii, kterou skrze solární systém využijeme k ohřevu vody nebo vytápění. [17]*

Dále se soustředí na hlavní využití.

Fotovoltaický systém využívá sluneční energii k přeměně světelného záření na elektrickou energii. Skládá se z fotovoltaických panelů, které obsahují solární buňky schopné přeměnit sluneční záření na elektrickou energii. Elektrická energie získaná z fotovoltaického systému může být využita pro napájení elektrických spotřebičů v domácnosti nebo může být prodávána zpět do elektrické sítě.



Obrázek 1: Fotovoltaické panely převzato z [4]

Solární tepelný systém využívá sluneční energii k vytápění vody nebo vzduchu. Skládá se z kolektorů, které sluneční záření zachycují a přeměňují ho na teplo. Tepelná energie z kolektorů se přenáší do nádrže s vodou nebo do vzduchového výměníku, kde může být využita pro vytápění domu nebo ohřev teplé vody pro potřeby domácnosti.

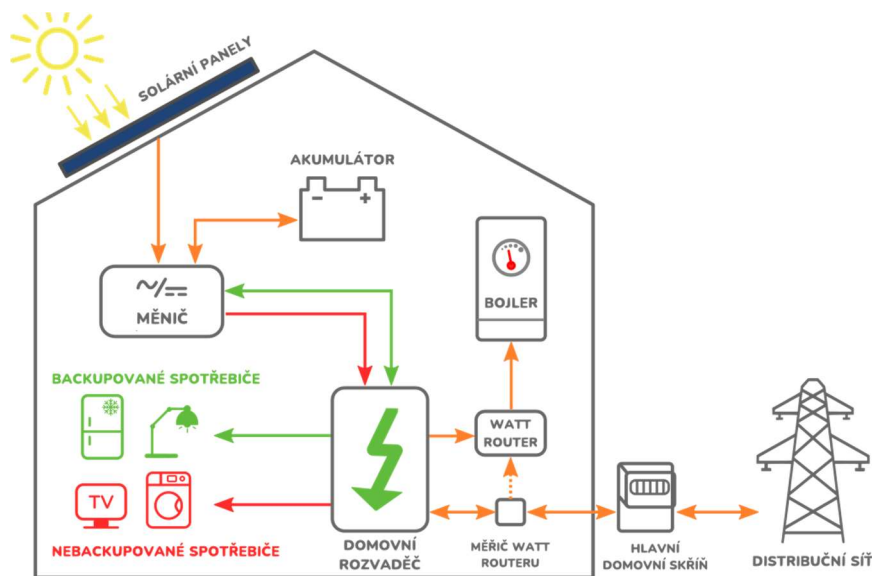


Obrázek 2: Solární tepelný systém převzato z [5]

Solární systémy jsou čistou a obnovitelnou formou energie, která může pomoci snížit závislost na fosilních palivech a minimalizovat emise skleníkových plynů.

*Všechny solární energetické systémy jsou klasifikovány jako obnovitelné energie a jsou proto dotovány státem. Obvykle není dostatek slunečního záření, zejména v zimních měsících, a proto se solární energetické systémy často používají jako doplňkové zdroje tepla nebo zdroje elektřiny. V kombinaci s konvenčními systémy nebo jinými obnovitelnými energiemi, jako jsou tepelná čerpadla nebo kotle na dřevo, pelety nebo biomasu, můžete být po celý rok téměř úplně nezávislí na poskytovatelích energie. [3]*

### 1.3 Z čeho se skládá solární fotovoltaický systém



Obrázek 3: Schéma solární fotovoltaické elektrárny převzato z [18]

Solární fotovoltaický systém se skládá z těchto hlavních komponentů:

- **Solární panely:** jsou to zařízení, která přeměňují sluneční energii na elektrickou energii pomocí fotovoltaického jevu.
- **Měnič (střídač):** slouží k přeměně stejnosměrného proudu (produkovaného solárními panely) na střídavý proud, který se používá v domácnosti.
- **Akumulátor:** slouží k ukládání přebytečné elektrické energie z produkce solárních panelů pro pozdější použití.
- **Watt router, měřič watt routeru.**

## 2 Návrh a dimenzování solárního systému

V této kapitole se budu věnovat hlavně fotovoltaickým solárním systémům u rodinných domů pro výrobu elektřiny.

### 2.1 Solární panely

Množství fotovoltaických panelů se navrhuje na základě požadovaného výkonu, který je uváděn v jednotkách kWp (kilo watt peak) a je to maximální výkon elektrárny za ideálních podmínek počasí.

*Zákazníci rodinných domů instalují obvykle 4-5 kWp, zákazníci administrativních a hospodářských objektů 15-30 kWp. [7]*

4-5 kWp je spíše starší informace, před větším rozmachem fotovoltaických elektráren v soukromé sféře v Evropě, a to v loňském a letošním roce, z důvodu zvýšení ceny elektrické energie. V dnešní době se obvyklý výkon instalovaných systému zvýšil na 10 kWp.

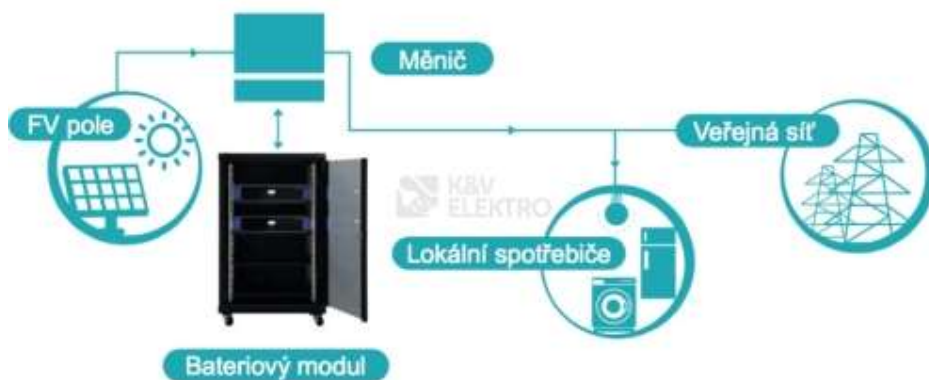
Maximální výkon fotovoltaické elektrárny u rodinného domu by neměl být vyšší než 10kWp (z legislativy).

*Na elektrárny do 10 kWp se totiž nevztahuje povinnost mít na její provozování licenci. Licence je něco jako živnostenský list pro podnikání v energetice. S licenci se pojí mnoho povinností a administrativy, proto se licenci chcete vyhnout. U podnikatelů je situace jiná, elektrárny pro firmy jsou zpravidla větší než 10 kWp a mají licenci. [9]*

Standartně jeden fotovoltaický panel má výkon 400 Wp [8], takže si požadovaný výkon systémů vydělíme výkonem jednoho panelu a zjistíme počet potřebných panelů. Případně kdyby se nám daný počet panelů nevešel na střechu zvolíme výkonnější panely a jejich počet se sníží.

## 2.2 Baterie

Baterie u solárního systému slouží k ukládání energie vyrobené během dne z fotovoltaických panelů pro použití v době, kdy je sluneční záření nižší nebo v noci. To umožňuje maximalizovat využití solární energie a snižuje potřebu nákupu elektrické energie od dodavatelů. Akumulátor také umožňuje využít výrobu energie v době, kdy ji není třeba okamžitě spotřebovat. Kapacita baterie se velmi liší u kombinovaných a ostrovních systémů. Kombinovaný fotovoltaický systém je propojen s elektrickou sítí a slouží k výrobě elektrické energie pro domov nebo budovu a zároveň umožňuje prodej přebytečné energie do sítě. V případě, že výroba solární energie nestačí na pokrytí spotřeby, systém stále umožňuje využití energie z elektrické sítě. Takový systém se nazývá také "síťově propojený fotovoltaický systém" a je využíván převážně pro snížení nákladů na elektřinu.



Obrázek 4: Schéma zapojení Baterií u kombinovaného systému převzato z [11]



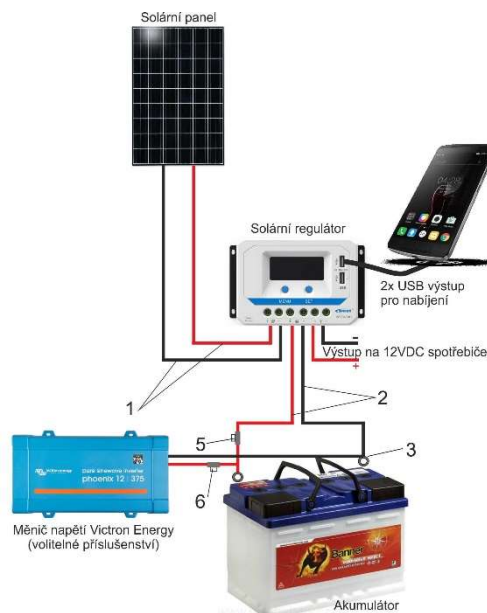
Obrázek 5: Lithiová baterie pro fotovoltaiku PylonTech převzato z [11]



Na druhé straně, ostrovní fotovoltaický systém funguje nezávisle na elektrické síti a slouží k zásobování energií mimo městské oblasti, v chatách, horských chatách, karavanech atd. V tomto případě se sluneční panely používají k nabíjení baterií, které poté poskytují energii v době, kdy není k dispozici sluneční záření. Tento typ systému se nazývá také "izolovaný fotovoltaický systém" a využívá se tam, kde není k dispozici připojení k elektrické síti.

Základní rozdíl mezi těmito systémy je tedy v tom, zda jsou připojeny k elektrické síti nebo ne. Kombinovaný fotovoltaický systém využívá elektrickou síť k uskladnění přebytečné energie a k pokrytí energetických potřeb, kdežto ostrovní fotovoltaický systém je nezávislý na elektrické síti a slouží k zásobování energií v místech, kde není připojení k elektrické síti možné.

Dle kapacity, jednoduše čím větší kapacita, tím více elektřiny můžeme uložit. Výběr vhodné kapacity je zásadní krok v rozhodování o fotovoltaické elektrárně.



Obrázek 6: Schéma zapojení Baterií u ostrovního systému převzato z [12]

Konkrétní hodnotu se doporučuje vždy až po zjištění potřeb konkrétní rodiny a konkrétního domu. Kapacita baterie se udává v kWh (kilo watt hodina).

Pro malé rodiny do 3 osob, které žijí energeticky úsporně, se navrhuje baterie o kapacitě 6,1 kWh, nejčastějším řešením jsou baterie o kapacitě 9,1 kWh a do vícegeneračních domů se instaluje baterie s kapacitou 13,5 kWh.

Hodí se také vědět, že čím menší část z kapacity akumulátoru je využívána, tím méně se baterie opotřebává a díky tomu déle vydrží. Proto je při rozhodování mezi dvěma hodnotami kapacit akumulátoru vždy lepší zvolit tu vyšší.

A pokud vaše energetické nároky v budoucnu výrazně vzrostou, lze kapacitu lithiového bateriového úložiště navýšit připojením dalšího článku. [10]

Na trhu máme také možnost využití služby u některých dodavatelů, a to virtuální baterie, což je alternativní řešení pro ukládání solární energie, které umožňuje prodávat nadbytečnou energii zpět do elektrické sítě a využít ji později. V tomto případě není nutné mít fyzickou baterii, protože elektřina se ukládá do sítě a je využívána v době, kdy ji potřebujeme.

Prodej elektřiny zpět do sítě umožňuje využít výrobu energie, která přesahuje spotřebu v domácnosti a tuto energii prodat dodavatelům energie. To může snížit náklady na energii a zvýšit ekonomickou efektivitu solárního systému. V České republice je to možné prostřednictvím tzv. "přenosu elektřiny" s pomocí dvou-směrového elektroměru.



## 2.3 Podle jakých parametrů navrhujeme

Solární fotovoltaické systémy u rodinných domů se navrhují na základě několika faktorů.

Hlavní je umístění domu. Umístění je důležitým faktorem, který ovlivňuje množství slunečního záření, které může být zachyceno fotovoltaickým systémem. Pokud je dům umístěn na místě s vysokým slunečním zářením, bude mít větší potenciál pro výrobu elektřiny.

Orientace domu je dalším důležitým faktorem, který ovlivňuje množství slunečního záření, které může být zachyceno fotovoltaickým systémem. Domy orientované na jih mají větší potenciál pro výrobu elektřiny.

Velikost střechy určuje maximální velikost fotovoltaického systému, který může být nainstalován na střeše domu.

A také klimatické podmínky, jako jsou srážky a teploty, mohou ovlivnit výkon fotovoltaického systému.

*Při běžném navrhování a bilancování solárních soustav je možné se setkat s různými zdroji klimatických údajů. Lze předpokládat, že solární zisky budou výrazně závislé na dopadajícím slunečním záření, nicméně v rámci ČR se úhrn slunečního záření pro různé lokality příliš neliší. [6]*

## 2.4 Potřebná opatření pro provoz

Pro správný provoz fotovoltaických solárních elektráren u rodinných domů je důležité dodržovat několik opatření:

Fotovoltaické solární elektrárny vyžadují pravidelnou údržbu, jako například čištění panelů od nečistot a kontroly výkonu systému.

Zákonná regulace: Je důležité dodržovat zákony a předpisy vztahující se k fotovoltaickým solárním elektrárnám, jako například zákon o obnovitelných zdrojích energie a zákon o hospodaření energií.

Dodržování těchto opatření pomáhá zajistit bezpečný a spolehlivý provoz fotovoltaických solárních elektráren u rodinných domů.

# 3 Instalace

Instalace fotovoltaické elektrárny na rodinný dům obvykle probíhá následujícím způsobem:

- Nejprve se s odborníky konzultuje potřebný výkon fotovoltaické elektrárny na základě spotřeby elektřiny v domácnosti a dalších faktorech, jako jsou poloha domu, orientace střechy, stínění a další.
- Po schválení návrhu se nakoupí potřebné komponenty pro instalaci, včetně solárních panelů, střídače, kabelů, montážního systému a dalších.
- Solární panely se montují na střechu rodinného domu. Panelové moduly se umístí na střechu podle optimální orientace a naklonění, aby mohly co nejvíce využít sluneční energii.

- Solární panely jsou elektricky propojeny pomocí kabelů a speciálních konektorů s elektrickým střídačem, který mění stejnosměrný proud z panelů na střídavý proud, který je vhodný pro použití v domácnosti.
- Elektrický střídač je připojen k elektrické síti, aby mohl přebytečnou elektřinu, která není využita v domácnosti, dodávat do sítě.
- Po dokončení instalace se systém otestuje a spustí, aby mohl začít produkovat elektřinu pro domácnost.

Je důležité, aby instalace byla provedena odborníky a v souladu s platnými normami a předpisy, aby byla zajištěna bezpečnost a kvalita systému.

V dnešní době je velký zájem o fotovoltaické systémy pro rodinné domy, velké množství firem začalo podnikat v této sféře a tím pádem si musíme správně vybrat montážní firmu.

Nárůst poptávky viz. článek ve Forbes odstavec informace firmy Woltair:

*V roce 2023 chce Woltair cílit na trojnásobný až čtyřnásobný počet instalací oproti roku 2022. Průměrná výše dodávky solární elektrárny pro rodinný dům včetně instalace se aktuálně pohybuje od 400 do 500 tisíc korun. Momentálně lze polovinu investice, respektive až 205 tisíc korun, získat zpět ve formě dotací z programu Nová zelená úsporám. [13]*

### 3.1 Na šikmou střechu

U montáže na šikmou střechu se solární panely instalují na nosné konstrukce, které jsou upevněny na střešní latě a spojují se s krokviemi. Většinou se používají konstrukce z hliníkových profilů, které jsou lehké a odolné vůči povětrnostním vlivům. Tyto konstrukce musí být pevně a spolehlivě ukotveny na střešní lati, aby odolaly větru a sněhu.



*Obrázek 7: Instalace fotovoltaických panelů na šikmou střechu převzato z [14]*

Při instalaci je také nutné dbát na to, aby byla zajištěna dostatečná ventilace pod solárními panely, což přispívá k lepšímu chlazení a snižuje tak riziko přehřátí panelů. Důležitým faktorem je také kvalitní a bezpečné elektrické propojení mezi solárními panely a elektroinstalací domu. Je třeba zajistit správné napojení na inverzní měnič, který mění stejnosměrný proud z panelů na střídavý proud použitelný v domácnosti.

### 3.2 Na plochou střechu

U montáže na plochou střechu jsou panely umístěny na speciální konstrukci, která je připevněna k povrchu střechy. Tyto konstrukce jsou nejčastěji z hliníkových profilů, které jsou lehké a odolné vůči povětrnostním vlivům. Je důležité zajistit, aby byla konstrukce pevně a spolehlivě připevněna k povrchu střechy, aby odolala větru a sněhu.

Ke kotvení konstrukcí fotovoltaických panelů u plochých střech se používají například závaží, která jsou přiložena na konstrukci, nebo betonové patky, které jsou připevněny k povrchu střechy.

Pokud se rozhodneme ke kotvení přitížením a jedná se o starší objekt musíme před montáží provést statický průzkum naší zvolené stropní desky, jestli vyhovuje na únosnost.



Obrázek 8:  
Fotovoltaika na ploché  
střeše Benešov  
převzato z [15]

## 4 Zhodnocení

### 4.1 Výkon, výroba elektřiny, vhodné řešení

Účinnost také ovlivňují vysoké teploty, které mohou snižovat výkon solárních panelů, což může vést ke snížení výroby elektřiny v létě. Nicméně moderní solární panely jsou navrženy tak, aby minimalizovaly tento účinek, takže by to nemělo být příliš výrazné.

Tím pádem ideální podmínky pro výrobu elektřiny jsou lepší při jasném zimním dni než horkém letním dni.

V létě jsou slunečné dny delší a intenzita slunečního záření je větší než v zimě. Proto jsou solární panely v létě schopny vyrábět více elektřiny. Naopak v zimě jsou dny kratší a sluneční záření je slabší, což snižuje výkon solárních panelů. Navíc, pokud je panel pokryt sněhem, může to mít výrazný vliv na účinnost.

Intenzita slunečního záření je ovlivněna úhlem, ve kterém sluneční paprsky dopadají na panel. V létě je slunce vysoko na obloze, takže sluneční paprsky dopadají na panely pod ideálním úhlem. Naopak v zimě je slunce nízko na obloze, takže sluneční paprsky dopadají na panely pod menším úhlem, což snižuje výkon panelů.

Celkově lze tedy říct, že výroba elektřiny ze solárních panelů je ovlivněna mnoha faktory, a v létě se obvykle vyrábí více elektřiny než v zimě. Nicméně moderní solární panely jsou velmi účinné a mohou vyrábět elektřinu i v chladnějším a méně slunečných dnech.

### 4.2 Modelový příklad (nabídka)

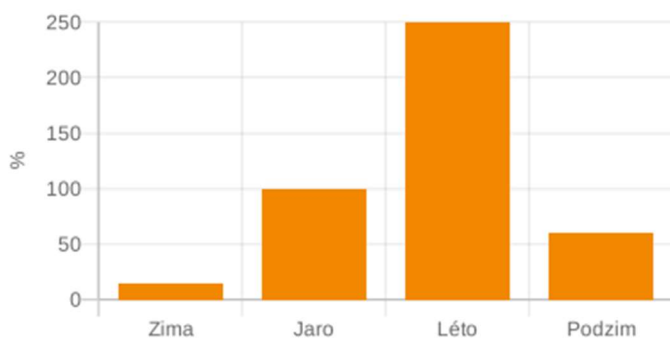
Vezmeme si modelový příklad nabídky FVE od firmy *Woltair* [16] o parametrech:

Instalovaný výkon panelů: 10 kWp (20x500 Wp)

Kapacita baterií:	14,2 kWh (možno rozšířit na 5 těchto článků)
Orientace panelů:	Jih
Umístění:	Středočeský kraj, střecha rodinného domu
Vytápění a ohřev TV:	elektrický kotel
Počet osob:	4
Plocha domu:	120 m <sup>2</sup>
Cenová nabídka:	539 819 Kč s DPH
Dotace:	205 000 Kč
Cena po dotaci:	334 819 Kč
Roční úspora:	54 931 Kč

	Zima	Jaro	Léto	Podzim
Návrh	14 %	100 %	250 %	60 %

Obrázek 9: Pokrytí el. energie z FVE během roku převzato z [16]



Průběh spotřeby ve Vaší domácnosti s fotovoltaikou



Obrázek 10: Průběh spotřeby el. energie v modelové domácnosti s FVE převzato z [16]

**Roční výroba el. energie z fotovoltaiky**

*Obrázek 11: Roční výroba el. energie z FVE převzato z [16]*

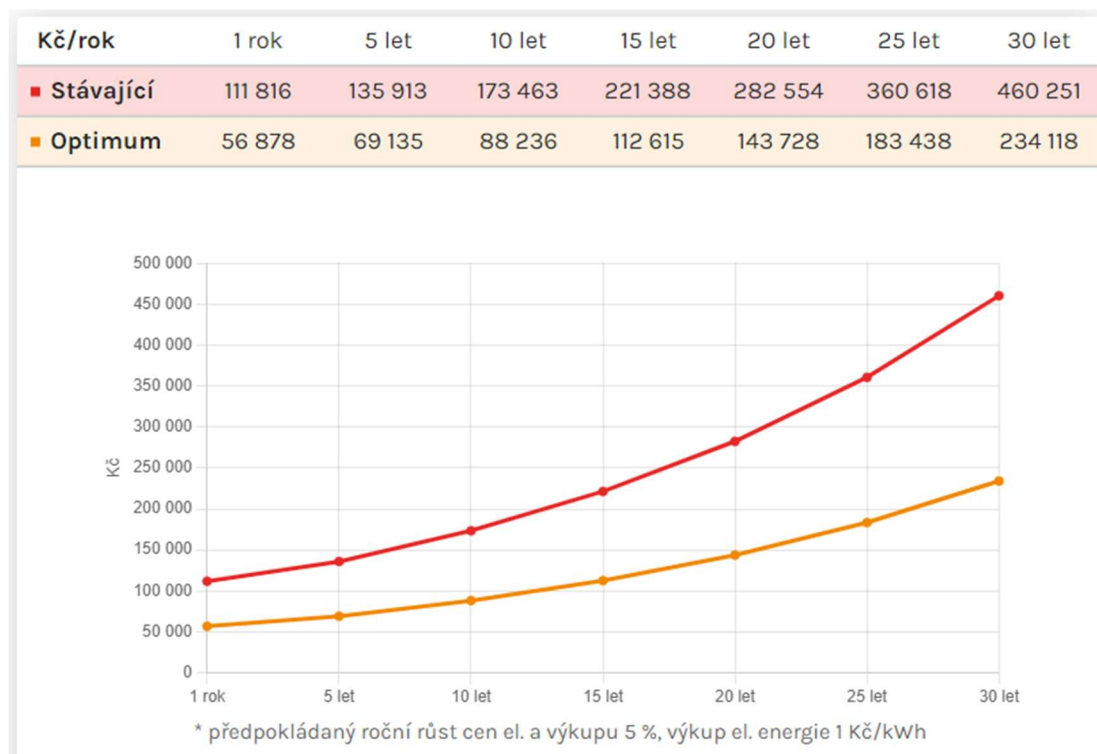
V grafu na Obrázku 9 a 10 jasně vidíme, že výroba elektřiny v letních měsících je razantně vyšší. V letních měsících dosahujeme na hodnoty skoro 1300 kWh/měsíc a v zimních měsících se dostaneme i pod 400 kWh/měsíc.

### 4.3 Pořizovací náklady a návratnost

Je nutno říct, že počáteční investice na fotovoltaický solární systém jsou poměrně vysoké a musíme před instalací, jestli se nám to vůbec vyplatí.

Aby se nám toto řešení vyplatilo, musíme vyrobenou elektřinu co nejvíce využívat. Nejvíce nám elektrárna vyrobí v létě během dne, takže v ideální případě bychom měli využívat elektřinu v tuto denní dobu.

Pro náš modelový příklad nám firma Woltair vytvořila graf předpokládané ceny za elektrickou energii do budoucna.



Obrázek 12: Předpokládané platby za elektřinu v budoucnu převzato z [16]

Důležitá část pořizovacích nákladů je výše dotací. Pro rok 2023 výše dotací zveřejněné na webu dodavatele energie ČEZ je v následné tabulce.

<b>Jednotkové výše podpory</b>	
<b>Instalované části fotovoltaického systému</b>	<b>Podpora</b>
Fotovoltaická elektrárna min. o výkonu 2 kWp	40 000,00 Kč
Fotovoltaická elektrárna min. o výkonu 2 kWp s hybridním střídačem	60 000,00 Kč
Fotovoltaická elektrárna min. o výkonu 2 kWp s efektivním využitím tepelného čerpadla	100 000,00 Kč
Za každý 1 kWp instalovaného výkonu nad 2 kWp	10 000,00 Kč
Za každou 1 kWh elektrického akumulčního systému s bateriemi na bázi lithia	10 000,00 Kč
Dotace na projektovou dokumentaci	5 000,00 Kč

Tabulka 2: Jednotkové výše podpory převzato z [18]

## 4.4 Výhody

- Kombinace solárního systému a pasivního domu může mít několik výhod:
- Solární systémy mohou produkovat „čistou energii zdarma“ a snížit tak energetické náklady domu.
- Pasivní dům minimalizuje ztráty tepla a energii potřebnou pro vytápění a chlazení.
- Kombinace solárního systému a pasivního domu může snížit závislost na fosilních palivech a minimalizovat emise skleníkových plynů a znečištění. Použití solární energie je tak ekologickou volbou.
- Solární systém může zvýšit nezávislost domu na dodávkách elektřiny a minimalizovat riziko výpadků elektřiny.
- Solární systémy mají dlouhou životnost a mohou poskytovat energii po mnoho let.
- V mnoha zemích existují různé finanční podpory a dotace pro instalaci solárních systémů a pasivních domů, což může snížit náklady na instalaci a zvýšit finanční přínosy pro majitele domu.
- Kombinace solárního systému a pasivního domu tak může být výhodná pro majitele domu z hlediska snížení nákladů na energie, šetrnosti k životnímu prostředí a z dlouhodobého hlediska finančních přínosů.

## 4.5 Nevýhody

- Solární elektrárna vyžaduje vysoké pořizovací náklady na instalaci a nákup solárních panelů.
- V zimních měsících, kdy je méně slunečního záření, může být účinnost solární elektrárny omezena a výroba elektřiny snížena.
- Solární elektrárna potřebuje k dispozici dostatečnou plochu pro instalaci solárních panelů a může tak být omezena dostupným prostorem na střeše objektu, případně na pozemku.

## 5 Závěr

Je tedy důležité zvážit všechny tyto faktory před instalací solární elektrárny u rodinného domu a rozhodnout se, zda je to pro konkrétní situaci a potřeby výhodné řešení. Například jestli systém oceníme jako záložní systém při výpadku proudu. V případě, že jsme schopni energii využívat během dne, což je ideální na ohřev bazénu, dále když si zvykneme zapínat pračku nebo jakýkoliv jiný spotřebič přes den kdy je energie přebytek, tak také ušetříme.

Závěrem lze říct, že v dnešní době se instalace fotovoltaiky rozhodně vyplatí, jen si musíme zvolit správného dodavatele fotovoltaiky a pečlivě si vše spočítat, abychom neudělali chybu s výběrem a snížila se naše doba návratnosti.



## 6 Použitá literatura

- [1] Referenční budova a pasivní domy [online]. [cit. 2023-05-13]. Dostupné z: <https://stavba.tzb-info.cz/pasivni-domy/10097-referencni-budova-a-pasivni-domy>
- [2] PASIVNÍ A NULOVÉ BUDOVOY NA SPOLEČNÉ CESTĚ [online]. [cit. 2023-05-14]. Dostupné z: <https://www.pasivnidomy.cz/pasivni-a-nulove-budovy-na-spolecne-cestech/t719?chapterId=1878>
- [3] Co je solární systém nebo solární elektrárna? [online]. [cit. 2023-05-14]. Dostupné z: <https://www.protherm.cz/pro-nase-zakazniky/technicka-podpora/slovnicek-pojmu/solarni-system-2117138.html>
- [4] Fotovoltaické solární systémy [online]. [cit. 2023-05-14]. Dostupné z: <https://www.resacs.cz/novinky/fotovoltaicke-solarni-systemy/>
- [5] Vyplatí se solární panely na ohřev vody? [online]. [cit. 2023-05-14]. Dostupné z: <https://www.max-reality.cz/vyplati-se-solarni-panely-na-ohrev-vody/>
- [6] Vliv klimatických podmínek na zisky solárních soustav pro přípravu teplé vody [online]. [cit. 2023-05-14]. Dostupné z: <https://oze.tzb-info.cz/solarni-kolektory/19531-vliv-klimatickych-podminek-na-zisky-solarnich-soustav-pro-pripravu-teple-vody>
- [7] KALKULAČKA SOLÁRNÍ ELEKTRÁRNY [online]. [cit. 2023-05-14]. Dostupné z: <https://www.ceska-solarni.cz/kalkulacka>
- [8] Jak funguje fotovoltaický panel? [online]. [cit. 2023-05-14]. Dostupné z: <https://fotovoltaika.innogy.cz/caste-dotazy/faq-fotovoltaicky-panel>
- [9] Jak velkou fotovoltaickou elektrárnu potřebujete? [online]. [cit. 2023-05-14]. Dostupné z: <https://www.solarniexpert.cz/kolik-solarnich-panelu-na-strechu-potrebuje/>
- [10] Jak vybrat nejlepší baterii pro fotovoltaiku [online]. [cit. 2023-05-14]. Dostupné z: <https://geniusfve.cz/2022/01/17/jak-vybrat-baterii-pro-fotovoltaiku/>
- [11] Lithiová baterie pro fotovoltaiku PylonTech US2000C 48V 2,4kWh 50Ah [online]. [cit. 2023-05-14]. Dostupné z: <https://www.kvelektro.cz/lithiova-baterie-pro-fotovoltaiku-pylontech-us2000c-48v-2-4kwh-50ah-p1856180>
- [12] 115Wp solární sestava BCH 12V/100Ah, 115Wp/h, 1200W [online]. [cit. 2023-05-14]. Dostupné z: <https://www.bch-battery.cz/115Wp-solarni-sestava-BCH-12V-100Ah-115Wp-h-1200W-d2131.htm>
- [13] Forbes - Panely jdou na dračku. Přední dodavatel fotovoltaiky v Česku se těší rostoucí poptávce [online]. [cit. 2023-05-14]. Dostupné z: <https://forbes.cz/panely-jdou-na-dracku-predni-dodavatel-fotovoltaiky-v-cesku-se-tesii-rostouci-poptavce/>



- [14] Instalace fotovoltaických panelů na šikmou střechu [online]. [cit. 2023-05-14]. Dostupné z: <https://www.asb-portal.cz/stavebnictvi/strecha/instalace-fotovoltackych-panelu-na-sikmou-strechu>
- [15] Fotovoltaika na ploché střeše Benešov [online]. [cit. 2023-05-14]. Dostupné z: <https://www.v-system.cz/realizace/fotovoltacka-na-ploche-strese-benesov/>
- [16] Woltair - cenová nabídka na FVE [online]. [cit. 2023-05-14]. Dostupné z: [https://www.woltair.cz/fotovoltacka/nabidka?leadUid=c94f05b1-521d-4c99-862a-050d3457a14f&utm\\_source=lead&utm\\_medium=email&utm\\_campaign=cenova-nabidka](https://www.woltair.cz/fotovoltacka/nabidka?leadUid=c94f05b1-521d-4c99-862a-050d3457a14f&utm_source=lead&utm_medium=email&utm_campaign=cenova-nabidka)
- [17] - Epet.cz - Sluneční energie: Výhody, využití i největší producenti [online]. [cit. 2023-05-14]. Dostupné z: <https://www.epet.cz/slunecni-energie-vyhody-vyuziti-i-nejvetsi-producenti/>
- [18] - ČEZ - Fotovoltaika [online]. [cit. 2023-05-14]. Dostupné z: <https://www.cez.cz/cs/technologie/fotovoltacka/dotace-a-financovani>
- [19] Profi green energy s.r.o. - fotovoltaika [online]. [cit. 2023-05-14]. Dostupné z: [http://profi-green-energy.cz/fve\\_main.php](http://profi-green-energy.cz/fve_main.php)

## 7 Seznam obrázků

Obrázek 1: Fotovoltaické panely [4]	5
Obrázek 2: Solární tepelný systém [5]	5
Obrázek 3: Schéma solární fotovoltaické elektrárny [18]	6
Obrázek 4: Schéma zapojení Baterií u kombinovaného systému [11]	7
Obrázek 5: Lithiová baterie pro fotovoltaiku PylonTech	7
Obrázek 6: Schéma zapojení Baterií u ostrovního systému [12]	8
Obrázek 7: Instalace fotovoltaických panelů na šikmou střechu [14]	10
Obrázek 8: Fotovoltaika na ploché střeše Benešov [15]	11
Obrázek 9: Pokrytí el. energie z FVE během roku [16]	12
Obrázek 10: Průběh spotřeby el. energie v modelové domácnosti s FVE [16]	13
Obrázek 11: Roční výroba el. energie z FVE [16]	13
Obrázek 12: Předpokládané platby za elektřinu v budoucnu [16]	14

## 8 Seznam tabulek

Tabulka 1: Základní charakteristiky pasivních budov [2]	4
Tabulka 2: Jednotkové výše podpory [18]	14