

**Česká zemědělská univerzita v Praze**

**Provozně ekonomická fakulta**

**Katedra informačních technologií**



**Bakalářská práce**

**Návrh úpravy domu na alternativní energetickou  
koncepti se vzdálenou správou**

**Marek Váhala**

© 2019 ČZU v Praze



# ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE

Provozně ekonomická fakulta

## ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

Marek Váhala

Provoz a ekonomika

Název práce

**Návrh úpravy domu na alternativní energetickou koncepci se vzdálenou správou**

Název anglicky

**Design of a house modification to an alternative energy concept with remote management**

---

### Cíle práce

Cílem práce je navrhnout úpravy stávajícího domu, aby:

- v optimální míře využíval alternativních zdrojů energie, a to především fotovoltaiku, tepelné čerpadlo s možností uložení elektrické energie v baterii a maximálně využíval srážkovou vodu,
- bylo možno dálkově spravovat veškerá technologická zařízení, monitorovat stav a okolí domu a případně zajistit servis pro návštěvníky.

### Metodika

V teoretické části práce bude charakterizován stávající stav domu a studiem literatury budou určeny alternativní zdroje energie a technologie pro dálkovou správu.

V praktické části bude na základě vícekritériální analýzy vybrána vhodná kombinace fotovoltaiky, tepelného čerpadla a baterie a doplněna o vhodné technologické řešení pro vzdálenou správu.

**Doporučený rozsah práce**

30 – 40 stran

**Klíčová slova**

fotovoltaika, tepelné čerpadlo, vzdálená správa, náklady

---

**Doporučené zdroje informací**

HASELHUHN, R. Fotovoltaika – Budovy jako zdroj proudu. Ostrava: HEL, 2010. ISBN 978-80-86167-33-6.

KARLÍK, R. *Tepelné čerpadlo pro váš dům*. Praha: Grada, 2009. ISBN 978-80-247-2720-2.

ŠÁLEK, J. *Voda v domě a na chatě : využití srážkových a odpadních vod*. Praha: Grada, 2012. ISBN 978-80-247-3994-6.

---

**Předběžný termín obhajoby**

2018/19 LS – PEF

**Vedoucí práce**

Ing. Mgr. Vladimír Očenášek, Ph.D.

**Garantující pracoviště**

Katedra informačních technologií

---

Elektronicky schváleno dne 11. 9. 2018

**Ing. Jiří Vaněk, Ph.D.**

Vedoucí katedry

---

Elektronicky schváleno dne 19. 10. 2018

**Ing. Martin Pelikán, Ph.D.**

Děkan

V Praze dne 09. 03. 2019

## **Čestné prohlášení**

Prohlašuji, že svou bakalářskou práci "Návrh úpravy domu na alternativní energetickou koncepci se vzdálenou správou" jsem vypracoval samostatně pod vedením vedoucího bakalářské práce a s použitím odborné literatury a dalších informačních zdrojů, které jsou citovány v práci a uvedeny v seznamu použitých zdrojů na konci práce. Jako autor uvedené bakalářské práce dále prohlašuji, že jsem v souvislosti s jejím vytvořením neporušil autorská práva třetích osob.

V Praze dne 14. března 2019

---

## **Poděkování**

Rád bych touto cestou poděkoval Ing. Mgr. Vladimíru Očenáškoví, Ph.D. vedoucímu mé práce za odborné vedení a své rodině za velkou podporu a trpělivost během studia.

# Návrh úpravy domu na alternativní energetickou koncepci se vzdálenou správou

## Abstrakt

Cílem této práce je navrhnout úpravu stávajícího (starého) domu tak, aby optimálně využíval alternativních zdrojů energií a srážkovou vodu s možností dálkové správy.

Nejprve jsem definoval alternativní zdroje energií. Poté jsem shrnul dosavadní technologie pro tepelná čerpadla, fotovoltaické články, solární kolektory, využití srážkové vody a vzdálenou správu domu. Z těchto technologií (kromě vzdálené správy domu) jsem vybral přípustné možnosti vzhledem k aktuálnímu stavu domu. Varianty řešení vzešly z kombinací přípustných možností. Stanovil jsem kritéria pro výběr kompromisní varianty a za použití Saatyho metody jsem určil jejich váhy.

Prostřednictvím vícekriteriální analýzy variant jsem vybral kompromisní variantu a na ni aplikoval technologie pro vzdálenou správu domu.

Postup výběru kompromisní varianty, který byl v této práci popsán na konkrétním případě, je možné použít na většinu stávajících domů.

**Klíčová slova:** fotovoltaika, tepelné čerpadlo, vzdálená správa, náklady

# The design of a house modification to an alternative energetic concept with remote management

## **Abstract**

The aim of this work is to propose the modification of the existing (old) house in order to optimal use of the alternative sources of energy and rain water with the possibility of a remote management.

First I defined the alternative sources of energy. After I summarized the technology for heat pumps, photovoltaic cells, solar collectors, rainwater utilization and remote house management. I chose the permissible options considering the current state of the house from these technologies (except the remote administration of the house). The variants of solutions came from combinations of permissible options. I set the criteria for choosing a compromise variation, and I determined their weight by using the Saaty's method.

I chose a compromise option by using a multiple-criteria decision analysis and applied the technology for remote home management.

The procedure for choosing the compromise variation that has been applied to a particular case in this work can be applied to most existing homes.

**Keywords:** photovoltaics, heat pump, remote management, costs



# Obsah

<b>Úvod .....</b>	<b>10</b>
<b>Cíl práce a metodika .....</b>	<b>11</b>
<b>1 Teoretická východiska .....</b>	<b>12</b>
1.1 Alternativní zdroje energie .....	12
1.1.1 Tepelná čerpadla (TČ) .....	16
1.1.2 Fotovoltaické články .....	20
1.1.3 Solární kolektory .....	28
1.2 Využití srážkové vody (SV) .....	30
1.3 Možnosti vzdálené správy domu .....	34
<b>2 Analytická část .....</b>	<b>37</b>
2.1 Popis stávajícího stavu .....	37
2.2 Přípustné možnosti využití srážkové vody .....	39
2.3 Přípustné možnosti alternativních zdrojů energie .....	41
2.4 Vytvoření variant z kombinací přípustných možností .....	44
2.5 Výběr kompromisní varianty .....	45
2.6 Výběr technologického řešení pro vzdálenou správu s ohledem na kompromisní variantu .....	47
2.7 Předpokládané náklady na realizaci .....	50
<b>Závěr .....</b>	<b>51</b>
<b>Seznam obrázků .....</b>	<b>53</b>
<b>Seznam grafů .....</b>	<b>55</b>
<b>Seznam tabulek .....</b>	<b>55</b>
<b>Seznam použitých zdrojů .....</b>	<b>56</b>
Kniha, akademická práce, el. článek, periodikum, jiný dokument .....	56
Webová stránka, web .....	57
Příspěvek, obrázek na webu .....	59

## Úvod

Pozoruji v okruhu mých známých potřebu modernizace stávajících domů tak, aby plnily **současné požadavky** na hospodaření s energiemi (prostřednictvím alternativních zdrojů) a vodou (obecný nedostatek srážek). Tzn. provozně levné, čisté (ohleduplné k životnímu prostředí) a nezávislé na distributorech energií. A to vše chtějí mít pod kontrolou odkudkoliv, nejlépe přes mobilní aplikaci. Nechtějí volit cestu stavby nového domu, protože ke svému starému domu mají určitý vztah a v některých ohledech (např. využití tepla) obstojně drží krok s dnešními technologiemi.

Problém je v tom, že řešení pro alternativní výrobu energií (tepla, elektřiny) a využití srážkové vody jsou pro staré domy nabízeny **většinou samostatně** (navázány na nějakou dotaci) a ne vždy komplexně jak je to běžnější u novostaveb. V důsledku toho mnoho zákazníků volí pro ně nevhodné varianty, které **nepřinášejí požadovaný efekt**.

Cílem je vybrat **komplexní kompromisní variantu**, která by přinesla skutečný užitek a na ni aplikovat technologie pro vzdálenou správu.

Na konkrétním případě by měl být ukázán relativně jednoduchý postup pro výběr kompromisní varianty z kombinací přípustných možností.

## **Cíl práce a metodika**

### **Cíl práce**

Cílem práce je navrhnout úpravy stávajícího domu, aby:

- v optimální míře využíval alternativních zdrojů energie, a to především fotovoltaiku, tepelné čerpadlo s možností uložení elektrické energie v baterii a maximálně využíval srážkovou vodu,
- bylo možno dálkově spravovat veškerá technologická zařízení, monitorovat stav a okolí domu.

### **Metodika**

V teoretické části práce budou studiem literatury určeny alternativní zdroje energie a technologie pro dálkovou správu.

V praktické části bude charakterizován stávající stav domu a na základě vícekritériální analýzy vybrána vhodná kombinace fotovoltaiky, tepelného čerpadla a baterie a doplněna o vhodné technologické řešení pro vzdálenou správu.

# 1 Teoretická východiska

## 1.1 Alternativní zdroje energie

Člověk žijící moderním způsobem života v naší zeměpisné šířce se neobejde bez **elektrické energie** (elektriny) a **tepla**.

Co je ale **zdrojem energie** pro tyto statky? V současné době nejpoužívanější je dělení na **obnovitelné (nevyčerpatelné)** a **neobnovitelné (vyčerpatelné, fosilní)** zdroje energie (Beranovský, 2004, s. x; Matyášek, 2010, s. 83). Taktéž lze, narazit na dělení na **čisté (ekologické, zelené)** a **znečišťující (neekologické)** zdroje energie (Matyášek, 2010, s. 83), které je velmi obsahově podobné jako předešlé dělení.

Ale výstižnější a přesnější, i když ne vyčerpávající, je dělení zdrojů energie podle **původu** (Tabulka č. 1).

**Tabulka č. 1 - Zdroje energie podle původu**

<p><b>1. Solární energie primární:</b> sluneční teplo (solární panely, tepelná čerpadla), fotovoltaické články</p> <p><b>2. Solární energie odvozená:</b></p> <p><b>a. biopaliva</b> fosilní – ropa, uhlí, zemní plyn, roponosné horniny subrecentní – hydráty metanu, rašelina recentní (současná) – dřevo, biolih (metanol, etanol), rostlinná hmota, biologicky rozložitelné odpady apod.</p> <p><b>b. větrná energie</b></p> <p><b>c. oceánské zdroje:</b> vlnění, podmořské proudy, teplo mořské vody</p> <p><b>d. energie slapových sil Slunce a Měsíce:</b> energie přílivu a odlivu</p> <p><b>3. Energetické zdroje pozemské:</b></p> <p><b>a. jaderná energie:</b> energie jaderného rozpadu, termojaderná fúze</p> <p><b>b. gravitační energie:</b> energie vodních toků</p> <p><b>c. tepelná energie:</b> geotermální, suché teplo hornin, teplo magmatu</p> <p><b>d. rotační energie:</b> převážně diferenciační (nevyužívaná)</p> <p><b>4. Syntetické zdroje:</b></p> <p><b>a. syntéza uhlovodíků</b></p> <p><b>b. vodík, jako nositel energií</b></p>
---

Zdroj: Matyášek, 2010

Nyní, když jsme definovali zdroje energie, můžeme určit, co jsou **alternativní** zdroje energie. Pojem alternativní bývá často v energetice uváděn jako synonymum pojmu **obnovitelný** (Tabulka č. 2).

**Tabulka č. 2 - Základní členění obnovitelných zdrojů energie**

Zdroj	Využitelná forma energie
Radioaktivní rozpad uvnitř Země	Geotermální energie
Pohyb kosmických těles Slunce, Měsíce a planet	Slapová energie (energie přílivu a odlivu)
Záření kosmického prostoru	Sluneční záření
	Energie vodních toků
	Energie ledovců
	Větrná energie
	Energie mořských vln
	Sluneční teplo (atmosféra, hydrosféra, litosféra)
	Energie živé hmoty (biochemická energie)

Zdroj: [Beranovský, 2004](#)

Zákon o podporovaných zdrojích energie a o změně některých zákonů č. 165/2012 Sb. v § 2, písmene a) definuje **obnovitelné** zdroje jako obnovitelné nefosilní přírodní zdroje energie, jimiž jsou energie větru, energie slunečního záření, geotermální energie, energie vody, energie půdy, energie vzduchu, energie biomasy, energie skládkového plynu, energie kalového plynu z čištění odpadních vod a energie bioplynu.

Na základě rozdělení **zdrojů energie** podle **původu** a v duchu skutečného významu slova alternativní, tj. jiný, volitelný, možný, vymezíme tento pojem vůči **převažujícím** (tradičním, velkoobjemově vyráběným) zdrojům energie (palivům pro výrobu elektřiny a tepla) v daném čase (stav k roku 2017) a prostoru (území České republiky), které jsou zde **reálně realizovatelné**.

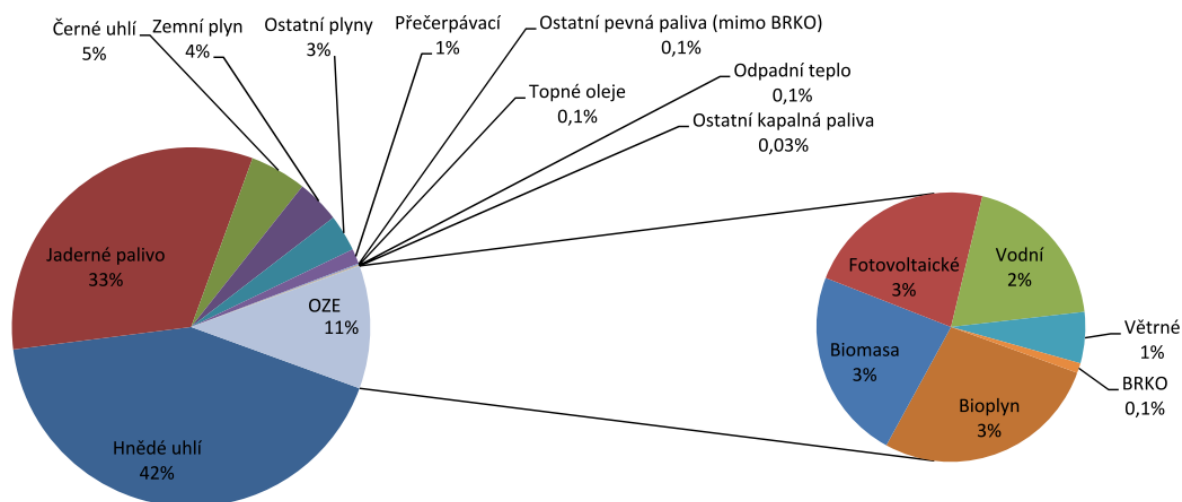
Z grafů ([Graf č. 1 a č. 2](#)) na následující straně vybereme převažující zdroje energie, tj. takové, které alespoň v jedné z oblastí výroba elektřiny nebo tepla dosahují 10 a více procent na celkové výrobě ([Tabulka č. 3](#)).

**Tabulka č. 3 - Převažující zdroje energie pro výrobu elektřiny a tepla za rok 2017 v ČR**

Palivo	Elektřina	Tepl
Biomasa	3,0%	10,0%
Černé uhlí	5,0%	11,0%
Hnědé uhlí	42,0%	42,0%
Jaderné palivo	33,0%	2,0%
Zemní plyn	4,0%	19,0%
<b>Celkem</b>	<b>87,0%</b>	<b>84,0%</b>

Zdroj: Výkazy ERÚ – RZ o provozu ES ČR 2017, s. 8 a RZ o provozu TS ČR 2017, s. 6

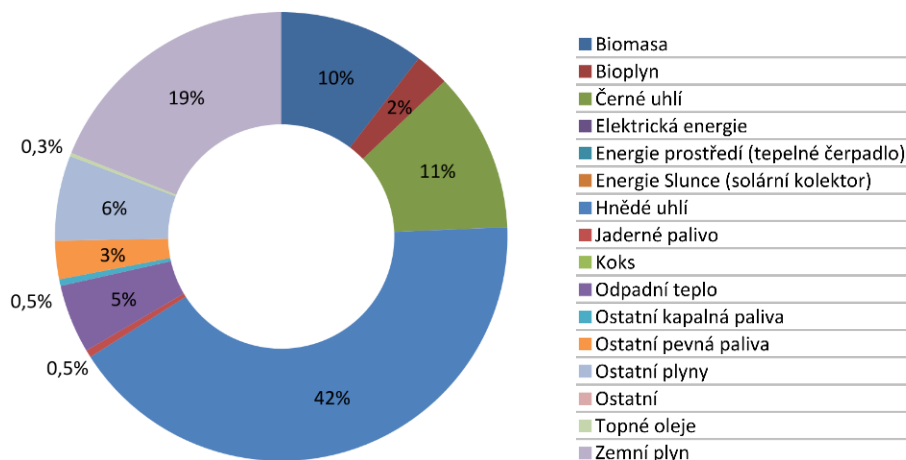
**Graf č. 1 - Podíl paliv a technologií na výrobě elektřiny brutto – 2017 (87 037,6 TWh)**



BRKO – biologicky rozložitelná část komunálního odpadu

Zdroj: Výkaz ERÚ – Roční zpráva o provozu ES ČR 2017, s. 8

**Graf č. 2 - Podíl paliv na výrobě tepla brutto – 2017 (169 579,7 TJ)**



Zdroj: Výkaz ERÚ – Roční zpráva o provozu teplotrenských soustav ČR 2017, s. 6

Vyjdeme z **Tabulky č. 1**, kde vyznačíme zdroje energie (**Tabulka č. 4**):  
červeně zdroje energie, které nejsou reálně využitelné na území ČR nebo jsou ve stadiu úvah a experimentů (Matyášek, 2010, s. 85)

**Převažující zdroje:**

modře převažující zdroje energie pro výrobu elektřiny a tepla za rok 2017 v ČR

hnědě dřevo, převážně se používá k výrobě tepla v domácnostech

**Alternativní zdroje:**

fialově zdroje energie, které nejsou reálně využitelné z technických a technologických důvodů u domů na území ČR

zeleně zdroje energie, které jsou reálně využitelné u domů na území ČR

**Tabulka č. 4 - Zdroje energie podle původu (upravená verze)**

- |   |
|---|
| <ol style="list-style-type: none"><li>1. <b>Solární energie primární:</b> sluneční teplo (solární panely, tepelná čerpadla), fotovoltaické články</li><li>2. <b>Solární energie odvozená:</b><ol style="list-style-type: none"><li>a. <b>biopaliva</b><br/>fosilní – ropa, uhlí, zemní plyn, roponosné horniny<br/>subrecentní – hydráty metanu, rašelina<br/>recentní (současná) – dřevo, biolih (metanol, etanol), rostlinná hmota, biologicky rozložitelné odpady apod.</li><li>b. <b>větrná energie</b></li><li>c. <b>oceánské zdroje:</b> vlnění, podmořské proudy, teplo mořské vody</li><li>d. <b>energie slapových sil Slunce a Měsíce:</b> energie přílivu a odlivu</li></ol></li><li>3. <b>Energetické zdroje pozemské:</b><ol style="list-style-type: none"><li>a. <b>jaderná energie:</b> energie jaderného rozpadu, termojaderná fúze</li><li>b. <b>gravitační energie:</b> energie vodních toků</li><li>c. <b>tepelná energie:</b> geotermální, suché teplo hornin, teplo magmatu</li><li>d. <b>rotační energie:</b> převážně diferenční (nevyužívaná)</li></ol></li><li>4. <b>Syntetické zdroje:</b><ol style="list-style-type: none"><li>a. <b>syntéza uhlovodíků</b></li><li>b. <b>vodík, jako nositel energií</b></li></ol></li></ol> |
|---|

Zdroj: tabulku upravil autor za použití zdroje – Matyášek, 2010

Pro účely této práce se z **Tabulky č. 4** vyčlenila skupina alternativních zdrojů tj. 1. Solární energie primární, která obsahuje **tepelná čerpadla, fotovoltaické články a solární panely.**

### 1.1.1 Tepelná čerpadla (TČ)

Principem TČ je přeměna tepelné energie (teplo o nízké teplotě, nízkopotenciální teplo) přijímané z okolního prostředí (vzduch, země, voda) z nižší na vyšší teplotní úroveň. Při této přeměně TČ na svůj provoz potřebuje méně energie (např. elektrické), než je energie (tepelná) vyrobená. Takto vzniklé teplo lze použít k ohřevu vody, k topení (především v nízkoteplotních systémech např. podlahové topení).

TČ se skládá (Obrázek č. 1) ze dvou částí: **venkovní** a **vnitřní** jednotky, z těchto hlavních komponent: **kompresor**, **expanzní ventil** a dvou výměníků: **výparník** (je chladný) a **kondenzátor** (je teplý).

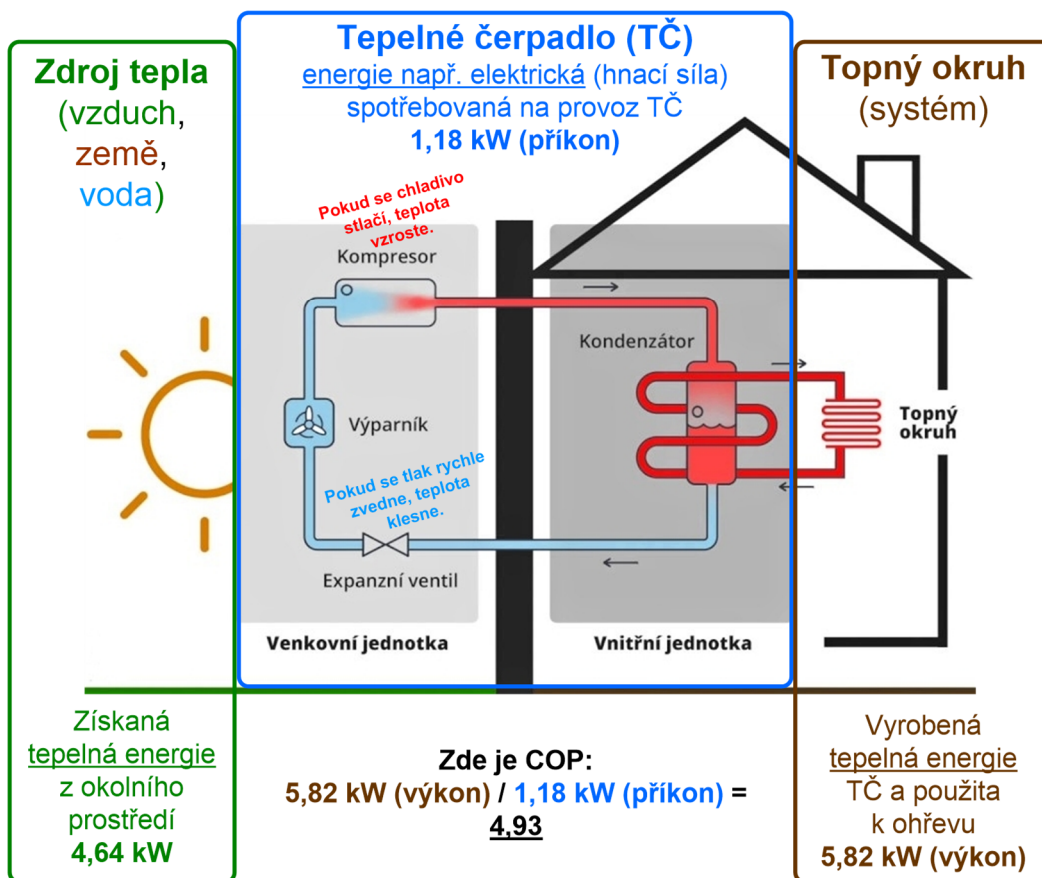
Odebrané nízkopotenciální teplo putuje přes **výparník**, kde začne ohřívat kapalné chladivo, které se změní na páru, která pokračuje do **kompresoru**. Zde jsou páry prudce stlačeny a díky fyzikálnímu principu komprese dochází k jejich ohřátí až na 80 °C. Kompresor jako jediná součást TČ potřebuje dodat hnací sílu většinou elektrickou energií. Plynné zahřáté chladivo předá teplo prostřednictvím **kondenzátoru** do topného systému (např. vodě v radiátorech) a následně se ochladí a zkondenzuje. Zkapalněné chladivo putuje přes **expanzní ventil**, kde se prudce ochladí, zpět do prvního výměníku a celý cyklus se stále opakuje. (Karlík, 2009, s. 7-9; Beranovský, 2004, s. 90-92; Jak funguje ..., b.r.; Budín, 2015)

**Topný faktor** (energetická účinnost TČ) – COP (Coefficient of Performance) je základním parametrem TČ. Toto bezrozměrné číslo se spočítá jako podíl výkonu (vyrobená energie – tepelná) a příkonu (spotřebovaná energie – např. elektrické). Čím vyšší je COP, tím účinnější (lepší) je TČ, protože je levnější jeho provoz. Maximální COP se udává ve výši 7 a běžný bývá 2,5–5. COP se zhoršuje s klesající teplotou nízkopotenciálního zdroje tepla (vzduchu, země, vody) a se stoupající teplotou topné vody či vzduchu. To stejné platí i o výkonu tepelného čerpadla. Důležitější je **průměrný roční COP** s přesně definovanými podmínkami (vstupní a výstupní teplota média), za jakých byl dosažen. Např.: COP 5 při teplotě vody vstup/výstup 5/35 nebo COP 4,5 při teplotě vody 0/45. Vždy srovnáváme COP za stejných podmínek. (Karlík, 2009, s. 9-11; Beranovský, 2004, s. 91-92)

Většinou za dlouhotrvajících mrazivých dní nebo poruchy TČ se doplňuje nebo nahrazuje bivalentním (špičkovým, pomocným, záložním) energetickým zdrojem, např. elektrickým nebo plynovým kotlem. (Karlík, 2009, s. 75-77; Beranovský, 2004, s. 93)



**Obrázek č. 1** - Zjednodušené schéma principu kompresorového tepelného čerpadla



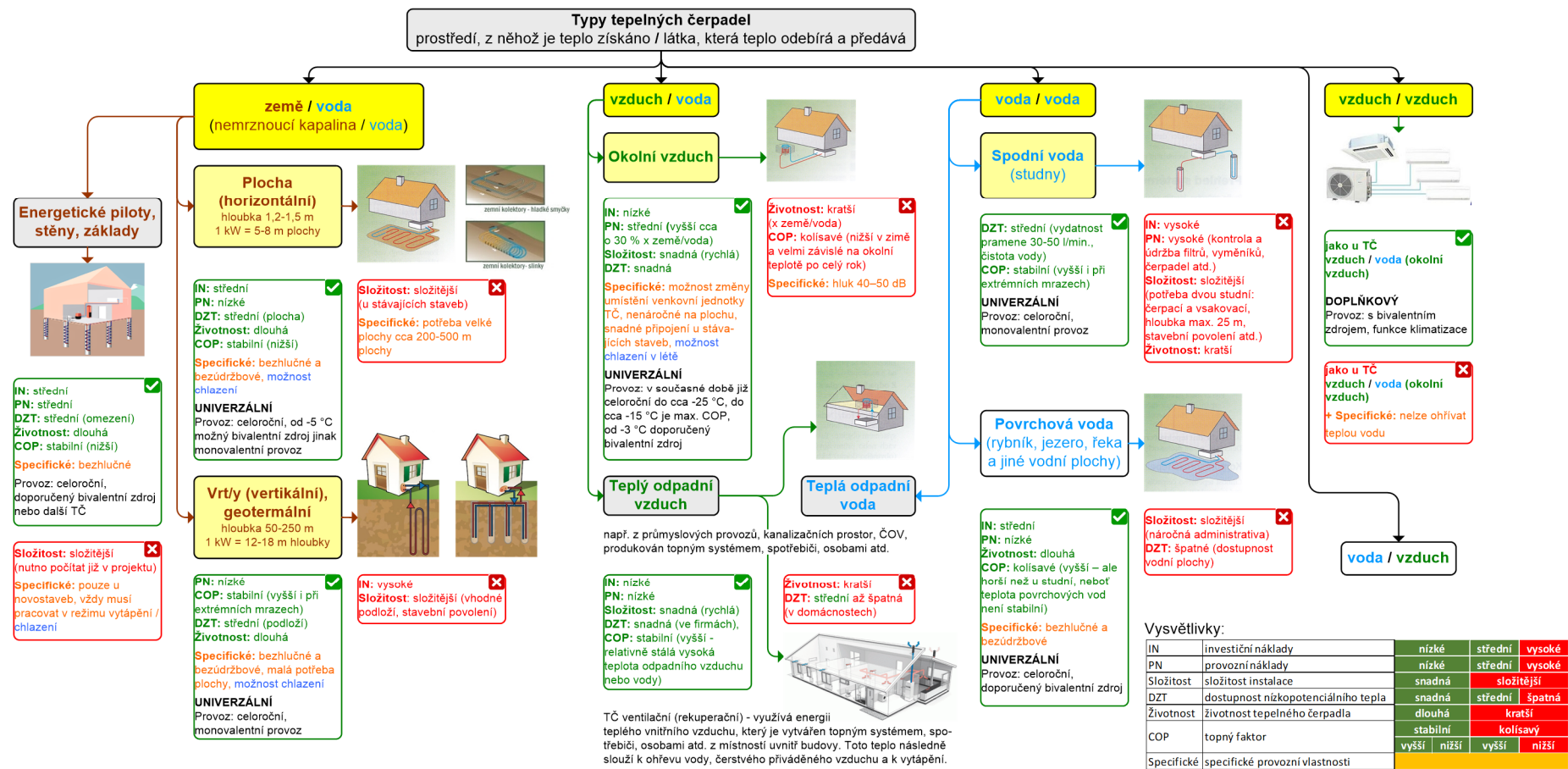
Zdroj: schéma sestavil autor za použití zdroje – *Tepelná čerpadla ...*, b.r.

Kromě TČ, která k pohonu kompresoru používají elektrickou energii (těch je většina), existují i plynová, sorpční (absorpční a adsorpční) a hybridní TČ. (Zařková, 2013, s. 20-22; Beranovský, 2004, s. 90; Budín, 2015)

Jak bylo uvedeno na předešlé stránce, TČ slouží především k **ohřevu** (vody, vzduchu), ale v případě, že je vybaveno reverzibilním chodem (prostřednictvím čtyřcestného ventilu), může sloužit i k **chlazení** (vody, vzduchu). (Zařková, 2013, s. 16)

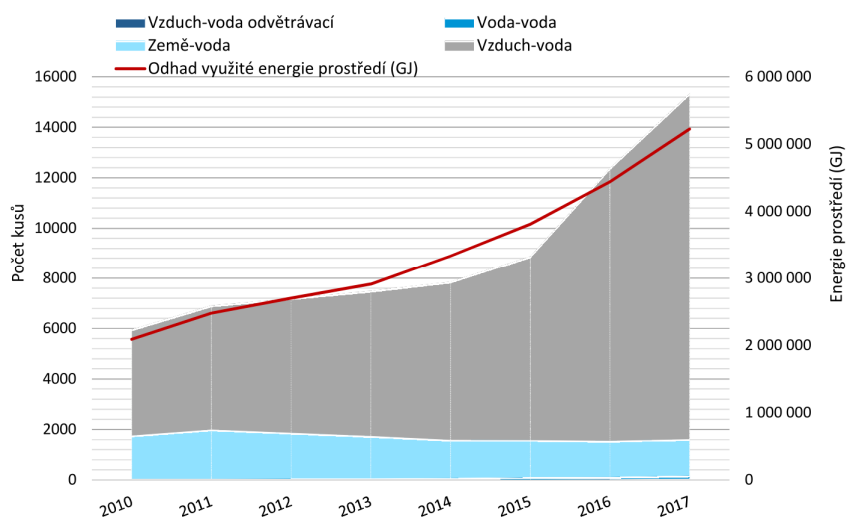
Nejběžnější rozdělení TČ (Obrázek č. 2) je podle **zdroje energie**, tj. odkud se teplo získává (ze země, ze vzduchu, z vody aj.) a **teplosměnného média** tj. jakou látkou se předává toto teplo do otopového systému nebo k ohřevu vody. Máme tyto základní typy země/voda, vzduch/voda, vzduch/vzduch a voda/voda. V České republice v roce 2017 bylo dodáno na trh nejvíce TČ typu vzduch/voda a země/voda (Graf č. 3). První typ je oblíbený pro svou nízkou pořizovací cenu, snadnou, rychlou a flexibilní instalaci. Druhá varianta se volí z důvodu stabilního COP, nízkých provozních nákladů a dlouhé životnosti.

**Obrázek č. 2 - Zjednodušené schéma typů TČ podle zdroje energie a teplosměnného média**



Zdroj: schéma sestavil autor za použití zdrojů – Karlík, 2009, s. 12-52; Beranovský, 2004, s. 86-90; Energetické piloty, b.r.; Shallow geothermal ..., 2016; Tepelné čerpadlo vzduch vzduch, b.r.; Topenáři ..., b.r.; Typy tepelných ..., b.r.

**Graf č. 3 - Odhad roční dodávky tepelných čerpadel na český trh**

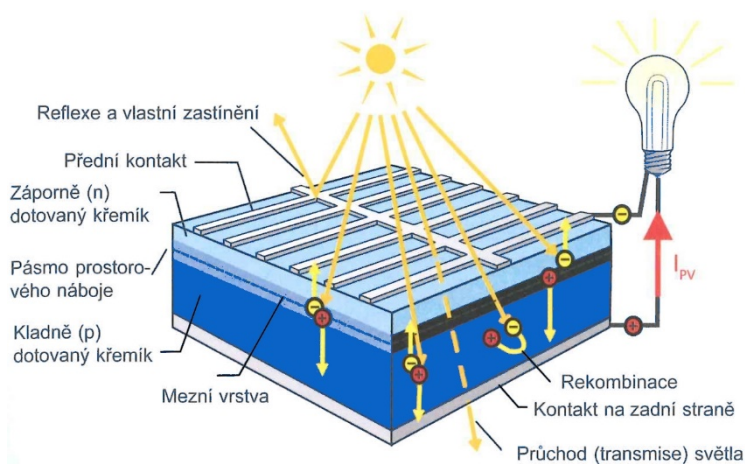


Zdroj: Souhrnná zpráva MPO z 15.10.2018 – Obnovitelné zdroje energie v roce 2017, s. 57

### 1.1.2 Fotovoltaické články

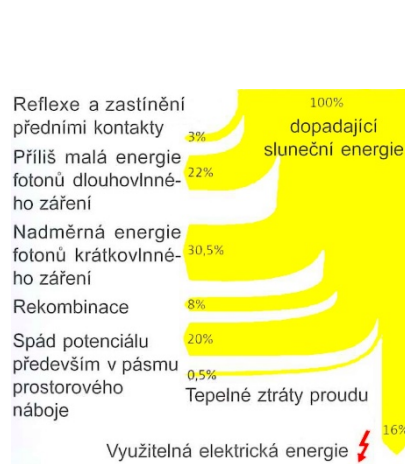
Přeměna sluneční energie na elektrickou energii probíhá prostřednictvím fotovoltaiického jevu (Obrázek č. 3), který byl objeven již v roce 1839. Na polovodičový materiál v **n**-vrstvě (záporná) dopadají fotony, které z této vrstvy uvolňují elektrony a ty se přesouvají k **p**-vrstvě (kladná). V **n**-vrstvě dochází k přebytku volných elektronů a nedostatku je vystavena **p**-vrstva. Přesun volných elektronů tento nedostatek doplní a dochází k průtoku elektrického proudu od – do +. Při tomto jevu se nespoteřovávají látky solárně aktivních materiálů a vše probíhá bez emisí a bez hluku. (Haselhuhn, 2011, s. 13-15)

**Obrázek č. 3 - Konstrukce a přeměna energie v krystalickém křemíkovém solárním článku**



Zdroj: Haselhuhn, 2011, s. 15

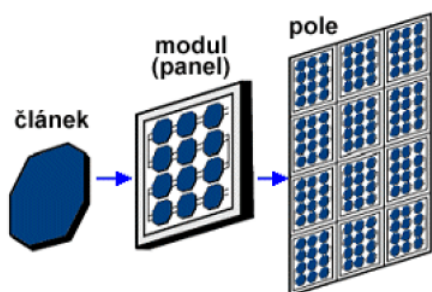
**Obrázek č. 4 - Tok energie v solárním článku**



Zdroj: Haselhuhn, 2011, s. 15

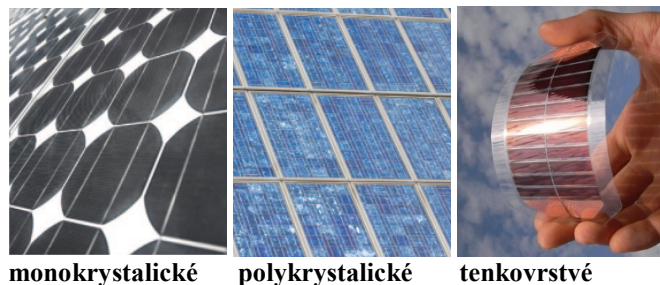
Základním prvkem (Obrázek č. 5) při stavbě fotovoltaiické (FV) elektrárny je fotovoltaiický (solární) článek. Více FV článků tvoří FV modul (panel).

**Obrázek č. 5 - Složení FV pole**



Zdroj: Melicherová, 2018, s. 11

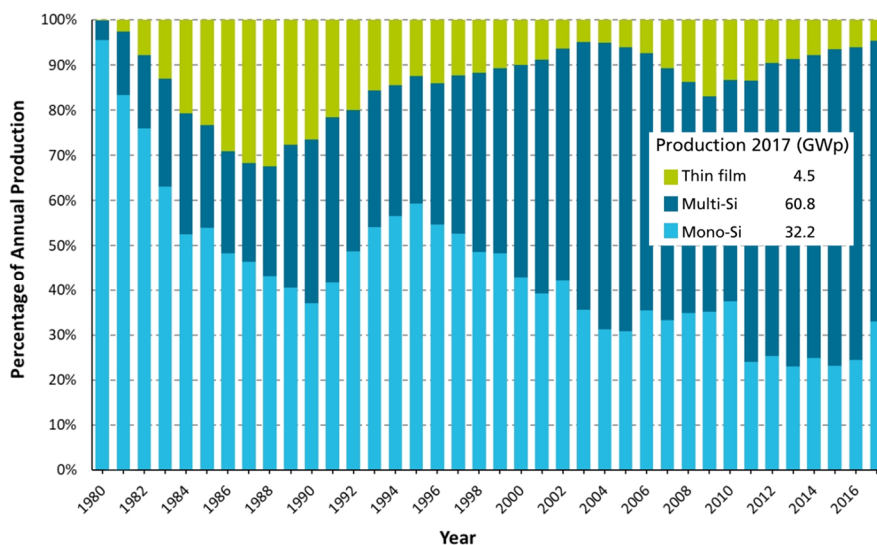
**Obrázek č. 6 - Nejvíce vyráběné FV technologie**



Zdroj: Technology\_Comparison\_PV\_NA, b.r.; ... Fraunhofer Institute for Solar Energy ..., b.r.

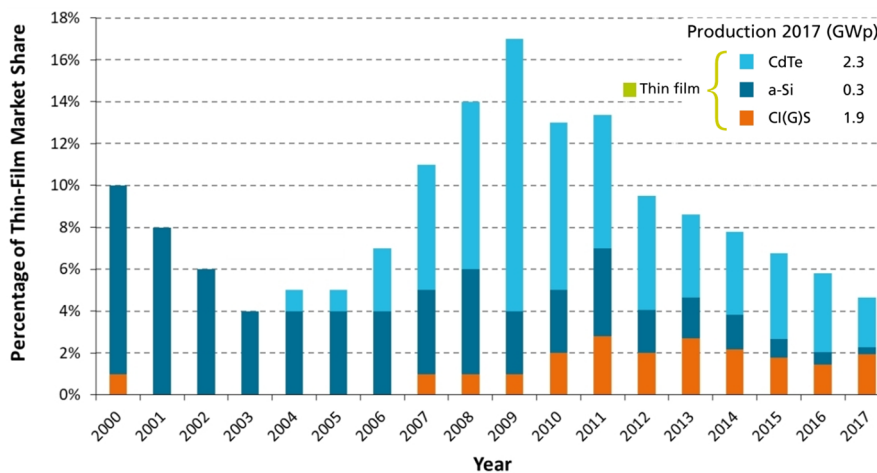
Ve světě se v současné době nejvíce vyrábějí (Obrázek č. 6, Graf č. 4 a 5) multikrystalické (polykrystalické), monokrystalické křemíkové (více jak 95 %) a tenkovrstvé FV panely.

**Graf č. 4 - Podíl FV technologií na celosvětové výrobě**



Zdroj: PHOTOVOLTAICS REPORT, 2018, s. 21

**Graf č. 5 - Procentní podíl tenkovrstvých (Thin film) technologií na celosvětové výrobě**



Zdroj: PHOTOVOLTAICS REPORT, 2018, s. 22

**Monokrystalické** křemíkové články jsou složeny z jednoho krystalu a vyrábí se většinou tzv. Czochralského metodou (tažením). Při výrobě se vytváří hranoly, válce a z nich se režou plátky, které jsou základem FV článku. Barva je tmavomodrá až černá (Obrázek č. 6). Vykazují vyšší účinnost při vyšších intenzitách záření. *Běžná účinnost je 18–21 %.*

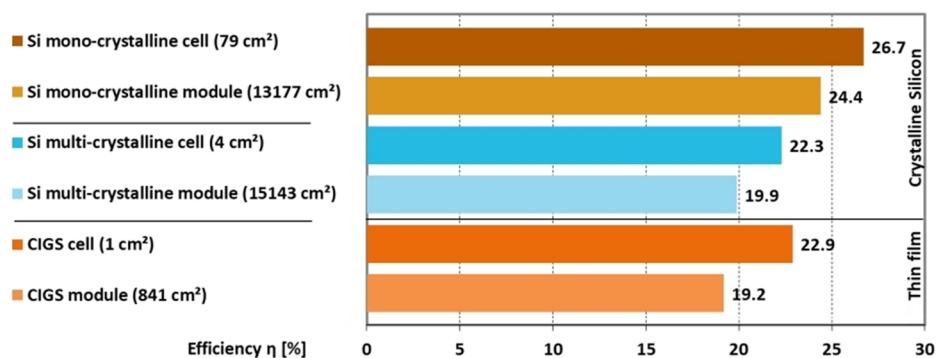
**Polykrystalické** křemíkové články jsou složeny z více krystalů a vyrábí se většinou metodou blokového lití (odlévání). Výsledkem jsou bloky, které se postupně rozřežou

na destičky (wafers). Barva je modře se třpytící (Obrázek č. 6). Jsou méně nákladné (využívání zbytků z výroby) než monokrystalické a vyšší účinnosti dosahují při nižší intenzitě záření. *Běžná účinnost je 16–18 %.*

**Tenkovrstvé články** jsou složeny z polovodičů a výroba spočívá v nanášení tenkých vrstev (tloušťka 1-6  $\mu\text{m}$ ) na nepolovodičový základ např. plast, sklo. Barva může být jakákoliv. *Běžná účinnost je cca 13–14 %.* (Haselhuhn, 2011, s. 17-24; *běžná účinnost je čerpána od Zilvar, 2018*)

Přestože technologie výroby krystalického křemíku (tloušťka 120-250  $\mu\text{m}$ ) je nejstarší, drží si dominantní postavení na trhu díky **nákladově efektivnímu výrobnímu procesu, spolehlivosti a vysoké účinnosti**. Výhody tenkovrstvé technologie jako např. menší citlivost na teplotu, na zastínění, lepší geometrická volnost, flexibilita, homogenní vzhled a velmi nízká hmotnost budou ve větší míře využity v následujícím období (Haselhuhn, 2011, s. 21). „Již zmiňovaná **účinnost** článku nebo panelu určuje **maximální** elektrický výkon, který může vyrobit určitá plocha článku nebo panelu“ (Haselhuhn, 2011, s. 47). Jelikož **výkon** FV článků a panelů závisí na slunečním záření, teplotě a slunečním spektru (úhel dopadu světla) byly stanoveny **standardní zkušební podmínky** (STC – Standard Test Conditions), za kterých se provádí měření: sluneční záření  $1000 \text{ W/m}^2$ , teplota článku nebo panelu  $25 \text{ }^\circ\text{C}$  a sluneční spektrum  $\text{AM} = 1,5$ . Výkon se udává ve  $\text{Wp}$  (watt peak – špičková hodnota). Platí, že účinnost panelu je vždy menší než článku (Graf č. 6) a čím menší účinnost tím větší potřeba plochy. (Haselhuhn, 2011, s. 46-48; Fotovoltaika - Green ..., b.r.)

**Graf č. 6 - Srovnání účinnosti FV technologií (nejlepší lab. články vs. nejlepší lab. panely)**



Zdroj: PHOTOVOLTAICS REPORT, 2018, s. 26

Na výkon, účinnost mohou mít vliv například tyto faktory: počasí (vítr, kroupy, sníh, led atd.), veličiny zahrnuté v STC, stínění panelu, zapojení paralelně či sériově, úhel sklonu, orientace na světové strany a obecně čistota panelu.

FV panely lze nainstalovat vertikálně např. fasády domů, okna, žaluzie (Obrázek č. 7), tak i horizontálně na volnou (nezemědělskou) plochu, chodníky (Obrázek č. 8) a především **střechy** domů. Díky novým technologiím a inovacím je bude možné instalovat v podstatě kdekoliv, kde najdou využití. (Haselhuhn, 2011, s. 66-98)

**Obrázek č. 7 - FV žaluzie (ve vývoji)**



Zdroj: Window Blinds ..., b.r.

**Obrázek č. 8 - FV chodník (ve vývoji)**



Zdroj: Platio integrates solar ..., b.r.

Na **střechy** se převážná část FV panelů montuje nad střešní krytinou (Obrázek č. 9). Další variantou je integrovat tyto panely do střechy bez použití konzol (Obrázek č. 10), ale jako elegantní řešení se jeví stav, kdy FV prvky tvoří samotnou střešní krytinu (Obrázek č. 11). (Haselhuhn, 2011, s. 66-98)

**Obrázek č. 9 - Nad střešní krytinou**



Zdroj: IBC SOLAR Mounting Systems, b.r.

**Obrázek č. 10 - Integrace ve střešní krytině**



Zdroj: Fotovoltaické panely ..., b.r.

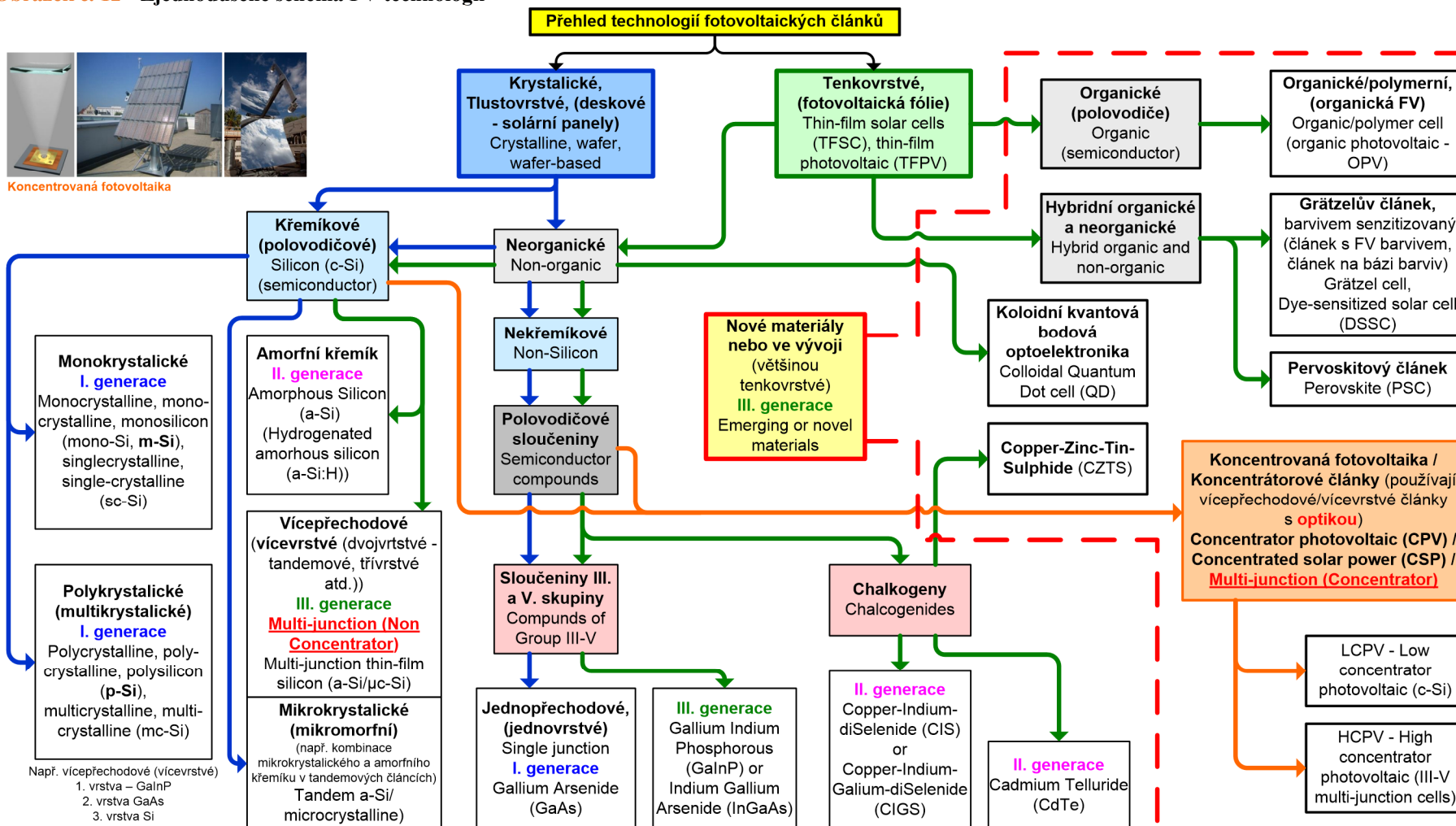
**Obrázek č. 11 - Samotná střešní krytina**



Zdroj: Atlantis Energy System, b.r.

FV technologie by se daly rozdělit podle několik hledisek: podle druhu materiálu (křemíkové, ostatní polovodiče), podle složitosti materiálu (Obrázek č. 13 za schématem) a tím související podle struktury materiálu (monokrystalické, polykrystalické, amorfni), podle druhu vrstev (tenkovrstvé, tlustovrstvé), podle tloušťky materiálu (Obrázek č. 14 za schématem) atd. Na následující straně je zjednodušené schéma FV technologií, které si neklade za cíl vyčerpávajícím způsobem postihnout všechny varianty, neboť v tomto oboru dochází k dynamickému vývoji a prolínání technologií a inovací napříč generacemi, čímž vznikají nové složitě zařaditelné technologie.

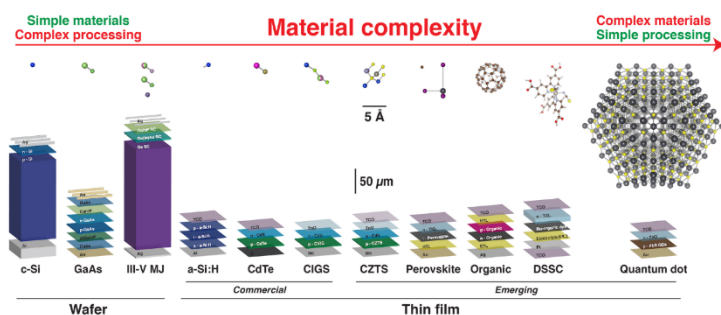
Obrázek č. 12 - Zjednodušené schéma FV technologií



Zdroj: schéma sestavil autor za použití zdrojů – Sharma, 2015, s. 1148; Perovskite solar ..., b.r.; Haselhuhn, 2011; CURRENT STATUS OF CPV, b.r., s. 6; Solar Cell, definition ..., b.r.; Perovskite ..., b.r.; Solar Photovoltaic, ETI, b.r.; Renewable ..., b.r.; Types of ..., b.r

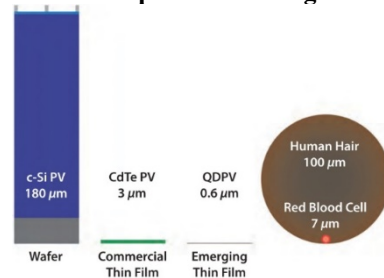


Obrázek č. 13 - Složitost materiálu článků podle technologií



Zdroj: Joel Jean - Research, b.r.

Obrázek č. 14 - Tloušťka materiálu článků podle technologií



Zdroj: Schmalensee et al, 2015

Jako příklad rozmanitosti je níže uveden seznam (Tabulka č. 5) 22 FV technologií, které ve svém článku popisuje Mohammad Bagher a (Tabulka č. 6) 7 FV inovací, které přibližuje Jason Svarc. Inovace se často z pochopitelných důvodů, označují jako nové technologie.

Tabulka č. 5 - Technologie FV

Hybrid Solar Cell	Photoelectrochemical Cell (PEC)
Polymer Solar Cell	Dye-Sensitized Solar Cell (DSSC)
Biohybrid Solar Cell	Polycrystalline Solar Cell (Multi-Si)
Toxicity of Cadmium	Amorphous Silicon Solar Cell (A-Si)
Perovskite Solar Cell	Cadmium Telluride Solar Cell (CdTe)
Nanocrystal Solar Cell	Monocrystalline Solar Cell (Mono-Si)
Black Silicon Solar Cells	Concentrated PV Cell (CVP and HCVP)
Quantum Dot Solar Cell	Luminescent Solar Concentrator Cell (LSC)
Buried Contact Solar Cell	Gallium Arsenide Germanium Solar Cell (GaAs)
Thin Film Solar Cell (TFSC)	Micromorph Cells (Tandem-Cell Using a-Si/ $\mu$ c-Si)
Multijunction Solar Cell (MJ)	Copper Indium Gallium Selenide Solar Cells (CI (G) S)

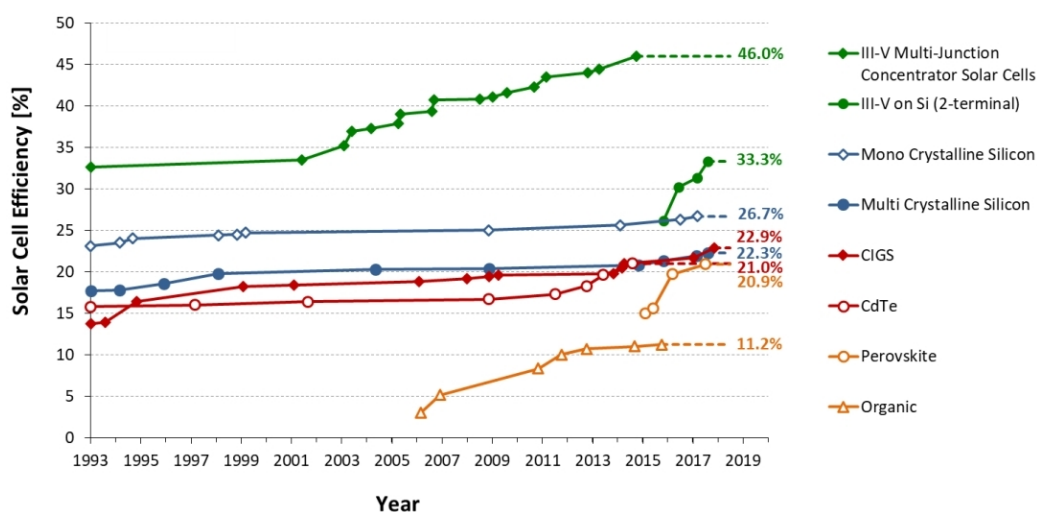
Zdroj: Mohammad Bagher, 2015

Tabulka č. 6 - Inovace FV

HJT - Heterojunction cells
Split panels - using half cut cells
PERC - Passivated Emitter Rear Cell
Dual Glass - Frameless double glass
Bifacial - Dual sided panels and cells
IBC - Interdigitated Back Contact cells
Multi Busbar - Multi ribbon and wire busbars

Zdroj: Svarc, 2018

Graf č. 7 - Vývoj účinnosti FV článků v laboratoři



Zdroj: PHOTOVOLTAICS REPORT, 2018, s. 27

Pro velkovýrobu se do budoucna vymeziply tři základní směry FV: **1.** mono a polykrystalické moduly (Obrázek č. 15) (např. pro nízké pořizovací náklady), **2.** tenkovrstvé fólie (Obrázek č. 16) (např. pro svou flexibilitu), **3.** koncentrovaná FV (Obrázek č. 17) (např. pro svou účinnost)

Obrázek č. 15 - Krystalická



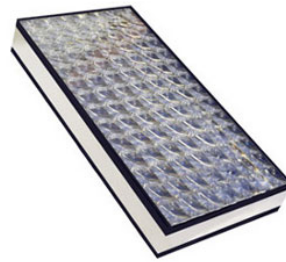
Zdroj: IBC SOLAR Mounting Systems, b.r.

Obrázek č. 16 - Tenkovrstvá



Zdroj: Fotovoltaické panely ..., b.r.

Obrázek č. 17 - Koncentrovaná

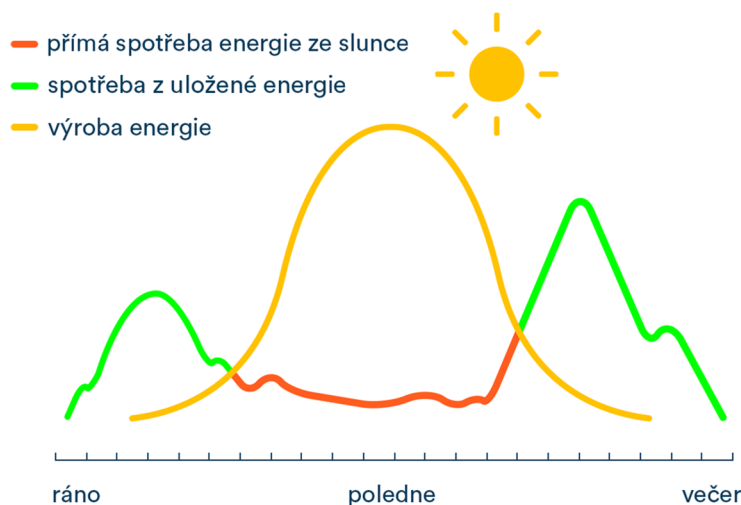


Zdroj: Atlantis Energy System, b.r.

Trendy ve FV pro nadcházející období jsou např. lehké a pružné fólie, ale také celoskleněné (tj. odolné), bezrámové panely, oboustranné, různě barevné, jakkoliv umístitelné a integrované do střešní krytiny. (Zilvar, 2018)

S produkcí elektrické energie přes FV vyvstává otázka, co s energií, kterou momentálně nepotřebujeme? Je vyráběna nerovnoměrně během dne (Obrázek č. 18), ale i roku bez ohledu na potřebu. Je tady řešení v podobě fyzické a virtuální baterie (net metering) a jejich kombinace.

Obrázek č. 18 - Využití elektrické energie vyrobené z FV elektrárny během dne



Zdroj: Olifsource.com, b.r.

**Fyzická baterie** je klasické řešení, kdy slouží zároveň jako záložní zdroj pro případ výpadku proudu a poskytuje určitou nezávislost. Vyrábí se o různých kapacitách nebo v jedné variantě s možností seskupování. Vydrží dle konfigurace několik dní. Nevýhodou oproti virtuální baterii je pořizovací cena a někdy hluk.

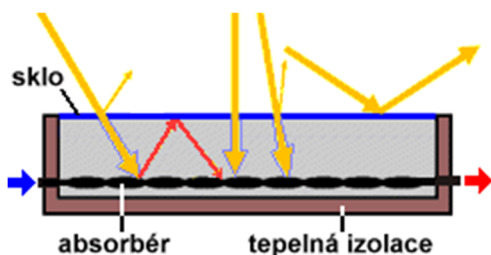
**Virtuální baterie**, jedná se o službu distributorů elektrické energie (v České republice je relativně nová). Nevyužitá energie putuje do sítě distributora a ten v době potřeby ji nazpět poskytne zákazníkovi, takže je virtuálně uskladněna u něj. Tento proces zákazník pocítí většinou na bázi periodického zúčtování (započtení – snížení spotřebované energie). Nevýhodou jsou provozní náklady na tuto službu ve formě paušální platby nebo v nižší uskladňovací ceně.

Obě varianty poskytují možnost nižší platby za rezervovaný příkon (nižší paušální platby za jistič), přístup ke sledování přes mobilní aplikaci a současné provozování obou. (Zilvar, 2018; Virtuální baterie | S-POWER, b.r.; Naše řešení: Solární ..., b.r.; ČEZ Battery Box, b.r.)

### 1.1.3 Solární kolektory

Fototermická přeměna slouží k přeměně energie slunce na tepelnou energii pro přitápění a přípravu teplé vody. Tato přeměna probíhá v solárním kolektoru (sběrači). Nejpoužívanější v naší republice (Graf č. 8) je **kapalinový plochý zasklený kolektor** (Obrázek č. 19), který je složen ze skříně, krycího skla a uvnitř je absorpční a tepelná izolace.

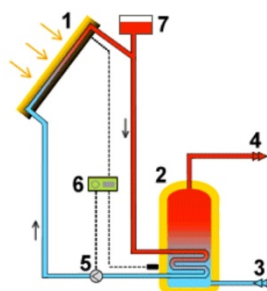
Obrázek č. 19 - Princip solárního kolektoru



Zdroj: SOLÁRNÍ ENERGIE, b.r.

Sluneční paprsky pronikají skrz krycí sklo, kde je absorpční pohlcuje a mění na tepelnou energii. Tu předává tepelnosné kapalině (dvouokruhový systém (Obrázek č. 20)), která teče do tepelného výměníku nebo ji předá přímo vodě (jednookruhový systém (Obrázek č. 21)), která odtéká do zásobníku teplé vody. (Beranovský, 2004)

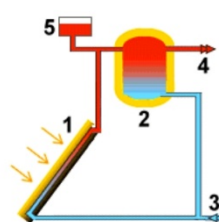
Obrázek č. 20 - Dvouokruhový systém



1. solární kolektor
2. tepelný výměník
3. přívod studené vody
4. odběr teplé vody
5. oběhové čerpadlo
6. automatická regulace
7. expanzní nádoba

Zdroj: SOLÁRNÍ ENERGIE, b.r.

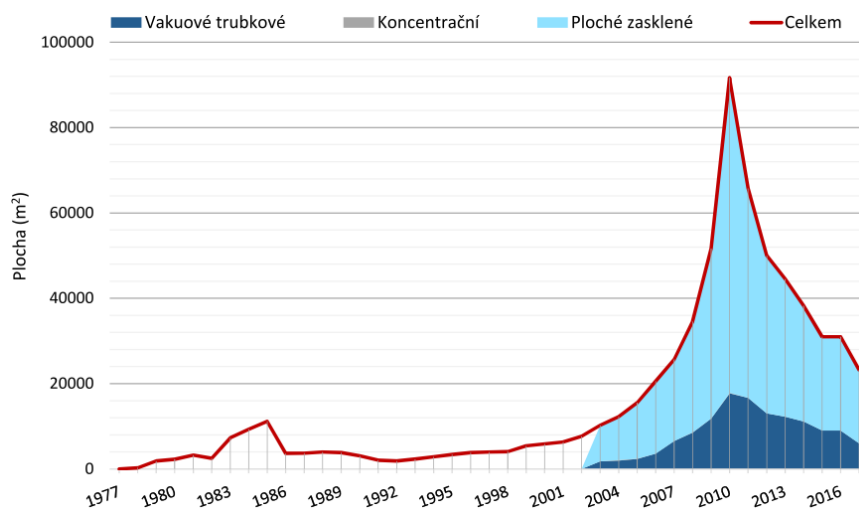
Obrázek č. 21 - Jednookruhový systém



1. solární kolektor
2. zásobník teplé vody
3. přívod studené vody
4. odběr teplé vody
5. expanzní nádoba

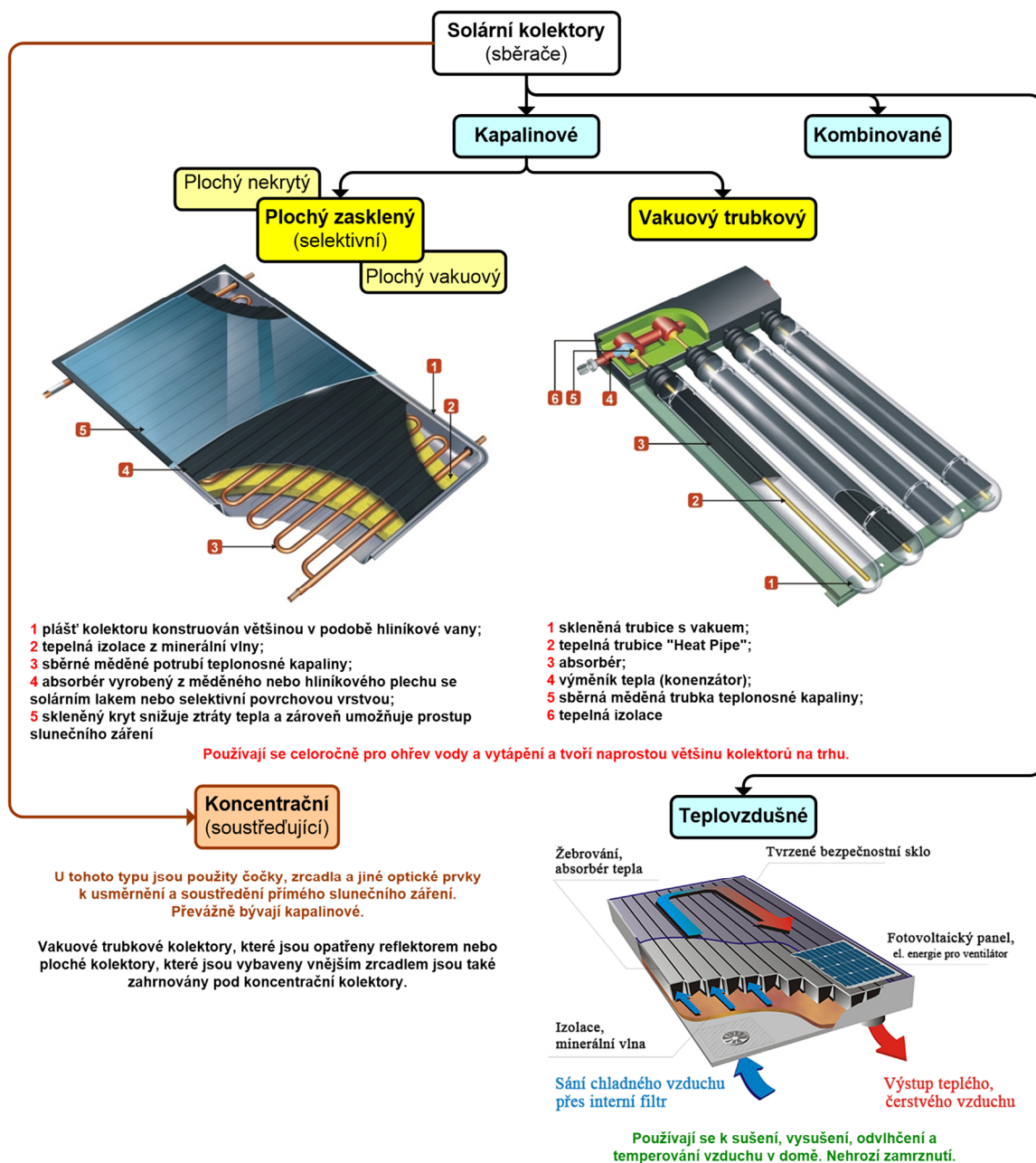
Zdroj: SOLÁRNÍ ENERGIE, b.r.

Graf č. 8 - Vývoj dodávek solárních kolektorů na český trh (m<sup>2</sup>)



Zdroj: Souhrnná zpráva MPO z 15.10.2018 – Obnovitelné zdroje energie v roce 2017, s. 55

Obrázek č. 22 - Zjednodušené schéma typů solárních kolektorů



Zdroj: schéma sestavil autor za použití zdrojů – 404 » SIEA, b.r.; Teplovzdušné kolektory, b.r.; Úvod do termických ..., b.r.; Solární systémy a jejich využití ..., b.r.;

## 1.2 Využití srážkové vody (SV)

Hospodaření se srážkovými vodami (HSV) a v užším významu hospodaření s dešťovými vodami (HDV) se řídí těmito základními pravidly (Vítek, 2015, s 20):

- **transformace a redukce odtoku SV se děje na pozemku v místě dopadu srážky** (upravuje např. vyhláška č. 268/2009 Sb. o technických požadavcích na stavby § 6 odstavec 4 a vyhláška č. 501/2006 Sb., o obecných požadavcích na využívání území § 20 odstavec 5 písmeno c)
- **SV není míchána se splaškovými vodami** (upravuje např. vyhláška č. 268/2009 Sb. o technických požadavcích na stavby § 53a odstavec 4)
- **množství odtoku SV ze zastavěné parcely je stejné jako množství, které by odteklo z přirozeného zemského povrchu**

Dále se o SV hovoří v zákonu č. 254/2001 Sb. (vodní zákon), č. 274/2001 Sb. (zákon o vodovodech a kanalizacích), ve vyhlášce č. 428/2001 Sb. kterou se provádí zákon o vodovodech a kanalizacích. V užším pojetí se hovoří o dešťové vodě v zákonu č. 183/2006 Sb. (stavební zákon).

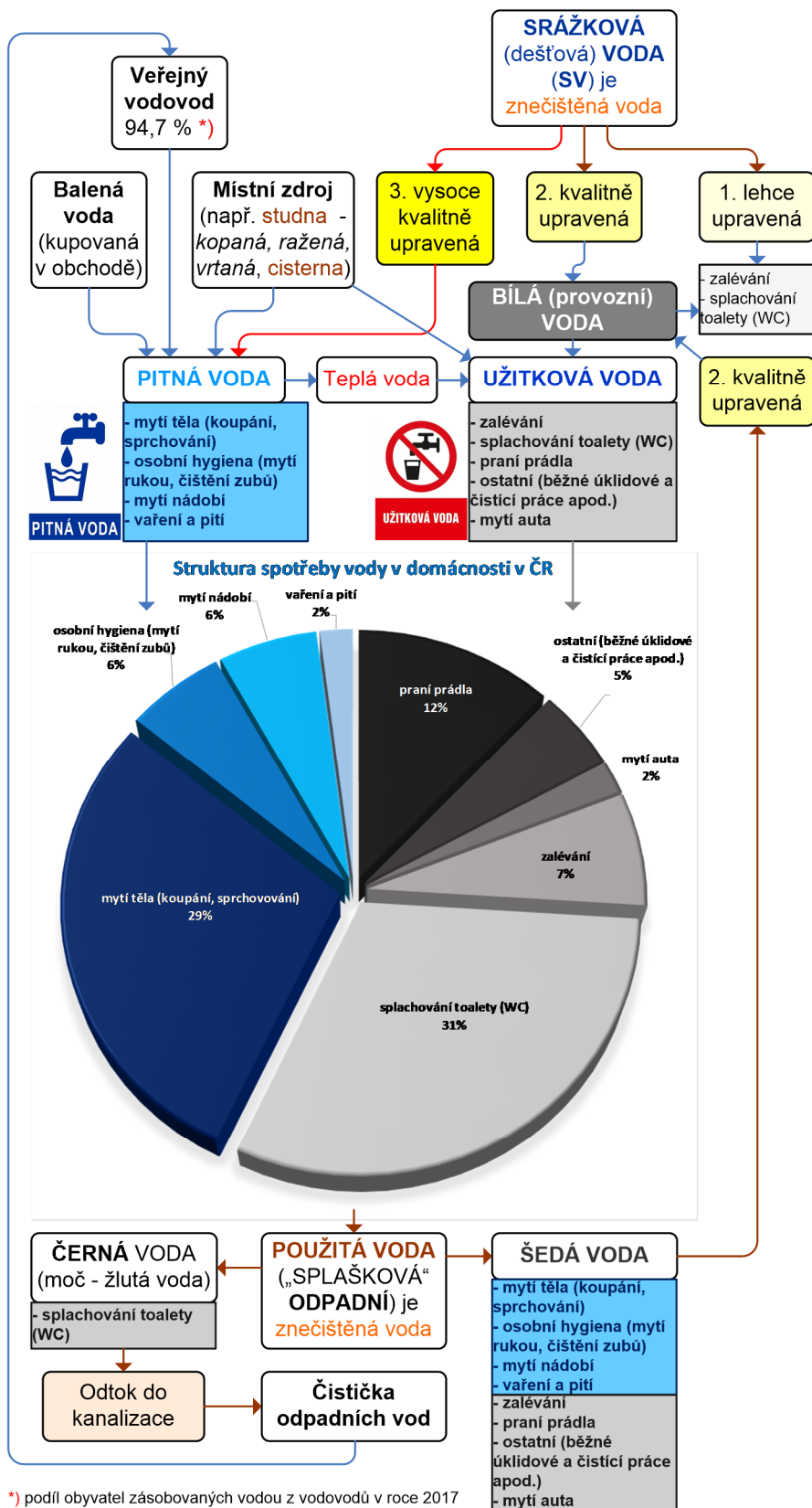
Pod pojmem **srážková voda** jsou myšleny atmosférické srážky (déšť, sníh, kroupy, mlha, rosa atd.), tj. voda v jakémkoliv skupenství před dopadem na zemský povrch.

Před dalším výkladem je důležité si objasnit pojmy **pitná** a **užitková voda**. Zákon č. 258/2000 Sb. o ochraně veřejného zdraví a o změně některých souvisejících zákonů § 3 odstavec 1 definuje **pitnou vodu** takto: veškerá voda v původním stavu nebo po úpravě, která je určena k pití, vaření, přípravě jídel a nápojů, voda používaná v potravinářství, voda, která je určena k péči o tělo, k čištění předmětů, které svým určením přicházejí do styku s potravinami nebo lidským tělem, a k dalším účelům lidské spotřeby, a to bez ohledu na její původ, skupenství a způsob jejího dodávání. Výstižnější je následující definice ve zkrácené verzi. „**Pitná voda** je zdravotně nezávadná voda, která nemůže ohrozit lidské zdraví ani při dlouhodobém používání.“ (Teoretická část, b.r.)

**Užitková voda** je hygienicky nezávadná, s méně přísnými požadavky na kvalitu než u pitné vody. Může být získána z rozličných zdrojů. Užitkovou vodou je i teplá pitná voda. (Teoretická část, b.r.)

Na následující straně je schéma zjednodušeného koloběhu vody (včetně srážkové) v obytném domě, které zobrazuje současný, ale i budoucí (žádoucí) stav.

Obrázek č. 23 - Schéma zjednodušeného koloběhu vody (včetně srážkové) v obytném domě



Zdroj: schéma sestavil autor za použití zdrojů – Šálek, 2012, str. 8-15; Plhák, 2016, str. 68; Vodovody, kanalizace a vodní toky - 2017 | ČSÚ, b.r.; PITNÁ VODA 2 ....html, b.r.; Bezpečnostní tabulky a ....html, b.r.

Dle tiskové zprávy z 3. května 2018 ČSÚ průměrný obyvatel ČR v roce 2017 spotřeboval za jeden den 88,7 litru vody při ceně za pitnou vodu 37,2 Kč za m<sup>3</sup> bez DPH a stočného 32,8 Kč za m<sup>3</sup> bez DPH je celková průměrná cena za vodné a stočné včetně DPH 80,5 Kč za m<sup>3</sup> (z toho: DPH 10,5 Kč tj. 15 %). Průměrné náklady za vodné a stočné v roce 2017 na jednoho průměrného obyvatele v ČR byly výši 2 606 Kč, denní náklady cca ve výši 7,14 Kč. ([Denně spotřebujeme necelých 89 litrů vody | ČSÚ, 2018](#))

Ze schématu na předchozí straně je zřejmé, že v současné době lze SV nahradit více jak 50 % spotřeby pitné vody v domácnosti, tj. všude tam, kde dostačuje použít užitkovou vodu. V blízké budoucnosti by mohla SV nahradit nejen užitkovou, ale i pitnou vodu. Toho by mohlo být dosaženo např. použitím jedinečného společného vynálezu, membrány z nanovláken, vědců z Technické univerzity v Liberci a firmy BMTO ([Vynález mění dešťovou vodu na pitnou ..., b.r.](#)). Tento stav je vyznačen ve schématu červenými šipkami.

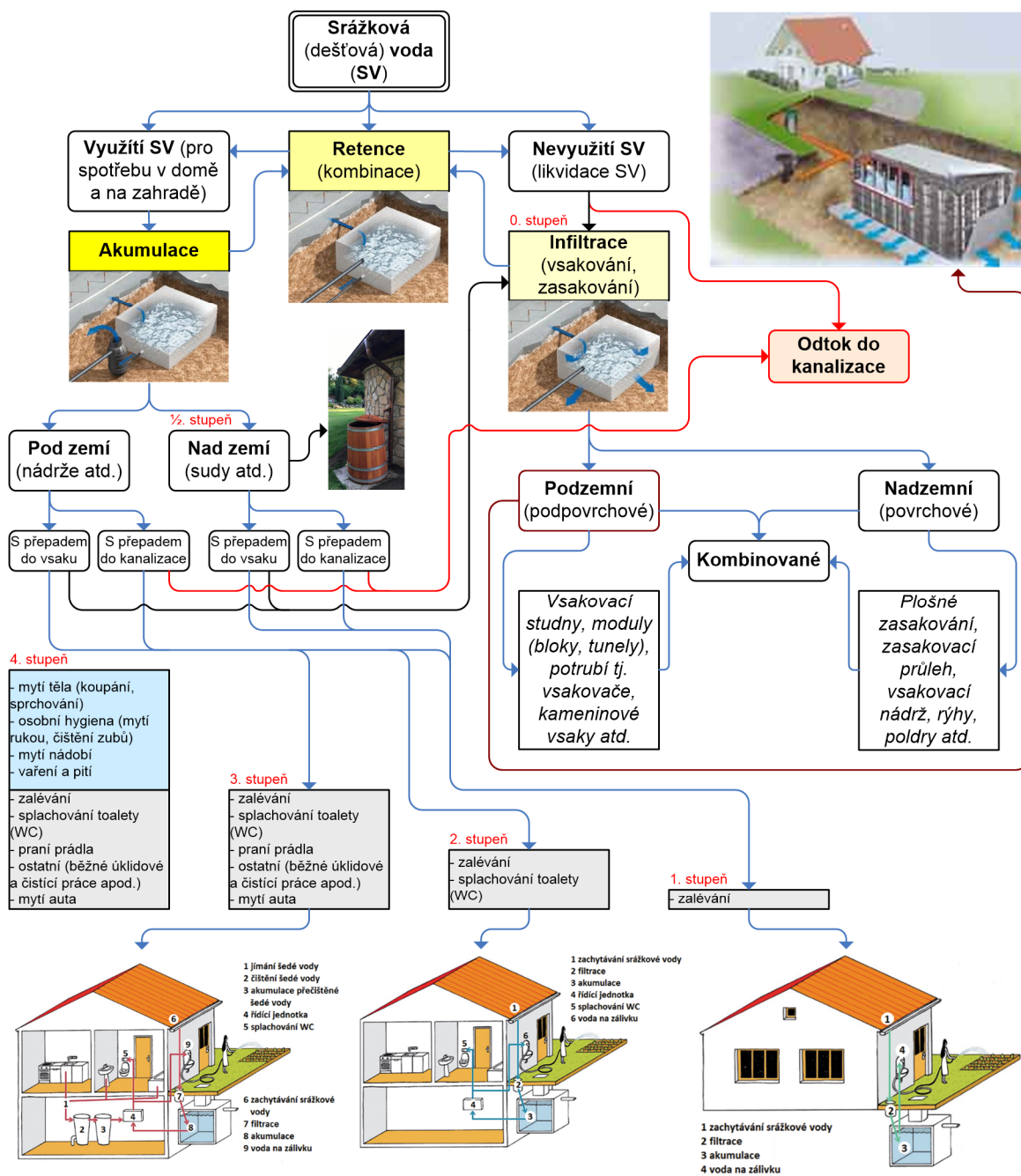
Srážková voda může na pozemku vsakovat do půdy prostřednictvím jednoduchých úprav např. použitím zatravnovací dlažby místo souvislého pevného podkladu nebo umístěním složitějších prvků na pozemku jako vsakovacích modulů, které zároveň vodu zadržují. Toto by se dalo označit jako **0. stupeň** „využití“ SV. Jako skutečné využití se dá označit tzv. **½. stupeň**, kdy dochází k záměrnému zachytávání SV u svodů ze střech během příznivých klimatických podmínek do nádob (sudů či barelů) a následnému použití např. k zalévání.

Celoročně lze využívat **1. stupeň**, kdy jímací nádrž je pevně zabudováno pod zem do nezamrzné hloubky. Nejčastěji se používají nádrže (jímky) dle složení půdy monolitické (bezešvé) plastové z polyetylenu, svařované plastové, které se usazují do betonu nebo samostatné betonové. V **2. stupni** se přidává sekundární okruh vody, který je oddělen od primárního okruhu pitné vody s možností dočerpávání pitné vody do nádrže se SV. Na tomto stupni probíhá lehká úprava SV. **3. stupeň** obsahuje vše jako předešlý s tím rozdílem, že dochází ke kvalitnější úpravě SV, tak aby mohla být použita např. pro praní prádla. ([Šálek, 2012, str. 16-29; Krásenský, 2018; Systémy pro využití dešťové vody ..., b.r.](#))

Zatím v praxi nerealizovaný **4. stupeň**, kdy dochází k velmi kvalitní úpravě SV do podoby pitné, by odboural nutnost zřizovat sekundární okruh vody a tím zjednodušil celkovou instalaci a možná by nemusel být dům vůbec připojen k veřejnému vodovodu.



Obrázek č. 24 - Zjednodušené schéma využití srážkové vody v obytném domě



Zdroj: schéma sestavil autor za použití zdrojů – Šálek, 2012, str. 16-29; HOSPODAŘENÍ S DEŠŤOVOU VODOU ..., b.r.; Dufka, 2018; Bednářství Fryzelka |, b.r.; Výrobky z ..., b.r.

### 1.3 Možnosti vzdálené správy domu

Díky rozmachu mobilních sítí, cenové dostupnosti komponent a možnosti mít aplikace, které komplexně obsáhnou správu domu jako celku, lze nyní hovořit o chytrém domě (ChD). Do nedávné doby existovala řada špičkových specializovaných řešení, ale chyběla jim provázanost a jednoduchost ovládání, což odrazovalo mnoho případných uživatelů.

**Cílem ChD je ušetřit energie a usnadnit bydlení v domě.**

Pět hlavních prvků v systému ChD jsou: **1. snímače** a **senzory**, které dávají informace o stavu a průběhu různých veličin, **2. spotřebiče** a **aktory**, které vykonávají činnosti na základě zjištěných údajů snímači, senzory nebo uživatelem, **3. propojení** je páteří celého systému a zajišťuje bezproblémovou komunikaci všech prvků navzájem, **4. řídicí jednotka** je centrem celého systému, kam se sbíhají údaje od snímačů, sensorů a předávají se spotřebičům, aktorům, které vykonají co mají a taktéž uživateli, který je informován o činnosti, **5. ovládání** je prvek, který způsobil vzrůstající oblibu ChD, neboť se stalo snadným a přístupným. (Computer EXTRA, 2018, s. 6-11)

**Propojení** může být pevné nebo vzduchem. **Pevné** propojení neboli drátem (signální kabeláž) je preferováno, protože je stabilnější a lze skrz ně dodávat prvkům energii. Doporučuje se je umístit všude tak, kde to jde, nejlépe v tzv. husích krcích pro případnou budoucí obměnu. Pro vytváření domácí sítě se doporučuje LAN kabel alespoň standardu Cat5e, lépe však Cat6, 6a, 7 (čím větší číslo, tím vyšší přenosová rychlost dat a větší délka kabelu, bez výrazné ztráty rychlosti). Síťové zásuvky by měly být minimálně jedna v místnosti. V místech, kde nejde jednoduše natáhnout LAN kabely lze využít stávajících elektrických rozvodů k vytvoření sítě pomocí powerline adaptérů, které se umístí do zásuvek. Mozkem sítě je router, který přiřazuje PC a obdobná zařízení v celé síti. Je používán pro oddělení sítí. Dalším zařízením, které se používá v síti je switch, který slouží k rozšíření této sítě. Je vhodné pořízovat switch s funkcí PoE, která dovoluje napájení přes síť. (Computer EXTRA, 2018, s. 36-41)

**Bezdrátově** (Obrázek č. 25) lze propojit vše, co nelze spojit drátem. Prvky jako snímače, senzory vyžadují vlastní napájení a tím pádem i častější údržbu. Stále častěji bezdrátová síť pracuje přes otevřené technologie (např. ZigBee, Z-Wave), které využívají bezlicenční pásma 433, 868 a 915 MHz. Uzavřené jsou na ústupu, ale i tyto najdou uplatnění ve speciálních případech. (Computer EXTRA, 2018, s. 6-11)

**Obrázek č. 25 - Bezdrátové komunikační standardy a porovnání standardů pro IoT**

Komunikační standardy				
V rámci chytré domácnosti jsou nejrozšířenější následující systémy komunikace mezi jednotlivými zařízeními.				
<p>» <b>Wi-Fi</b> – klasická bezdrátová síť, kterou je možné provozovat standardně na frekvenci 2,4 GHz a 5 GHz, obvykle se používá k propojení uživatelského ovládacího zařízení a centrální jednotky.</p> <p>» <b>Bluetooth</b> – nejčastěji používané k přímému připojení mobilního telefonu ke konkrétnímu zařízení, je náchylnější na rušení a nemá takový dosah jako Wi-Fi.</p> <p>» <b>GSM</b> – mobilní telefonní signál, je využíván pro vzdálenou komunikaci mezi chytrou domácností a mobilním zařízením, typicky se jedná o zaslání SMS zpráv, zavolání, odeslání emailu apod.</p> <p>» <b>ZigBee a Z-Wave</b> – dvojice nejrozšířenějších protokolů pro komunikaci mezi jednotlivými prvky chytré domácnosti. Signál z jednoho zařízení je přenášen přes ostatní prvky, až dosáhne centrální jednotky. Využívá se šifrované komunikace (128 bit) a hlavní rozdíl je ve frekvenci, kterou prvky využívají: ZigBee využívá pásmo 2,4 GHz, zatímco Z-Wave pásmo 868 MHz (Evropa) a 908 MHz (USA a Kanada). Vzhledem k frekvenci se dá čekat, že Z-Wave bude mít stabilnější přenos dat i na delší vzdálenosti. Nízká spotřeba energie dovolí vyrábět malé elegantní detektory napájené baterií.</p> <p>» <b>Apple HomeKit</b> – v případě, že používáte zařízení se systémem iOS, je nejsnadnějším řešením využití zařízení Apple s podporou HomeKit (Apple TV, iPad), která komunikují napřímo s vaším mobilním zařízením a nepotřebují tak žádnou centrální jednotku. Díky tomu jste v praxi nezávislí na komunikačních protokolech. Standard pomalu začínají podporovat další výrobci chytrých prvků do domácnosti.</p>				
SROVNÁNÍ BEZDRÁTOVÝCH STANDARDŮ PRO IOT				
Technologie	Pásmo	Dosah	Rychlost	Velikost sítě
Insteon	902 až 924 MHz	až 45 m	180 b/s až 13 kb/s	PAN
Bluetooth (BLE)	2,4 GHz	50 až 150 m	až 1 Mb/s	PAN
ZigBee	2,4 GHz	10 až 100 m	až 250 kb/s	PAN
Z-Wave	900 MHz	30 m	9,6/40/100 kb/s	PAN
HaLow (Wi-Fi)	900 MHz	desítky metrů	variabilní	PAN
Sigfox	868 MHz	3 až 10 nebo 30 až 50 km	10 až 1 000 b/s	WAN
Neul	900/458/470 až 790 MHz	10 km	několik b/s až 100 kb/s	WAN
LoRaWAN	proměnné	2 až 5 nebo až 15 km	0,3 až 50 kb/s	WAN
NB-IoT	900 MHz	jednotky kilometrů	až 375 kb/s	WAN

Zdroj: Computer EXTRA, 2018, s. 21 a 32

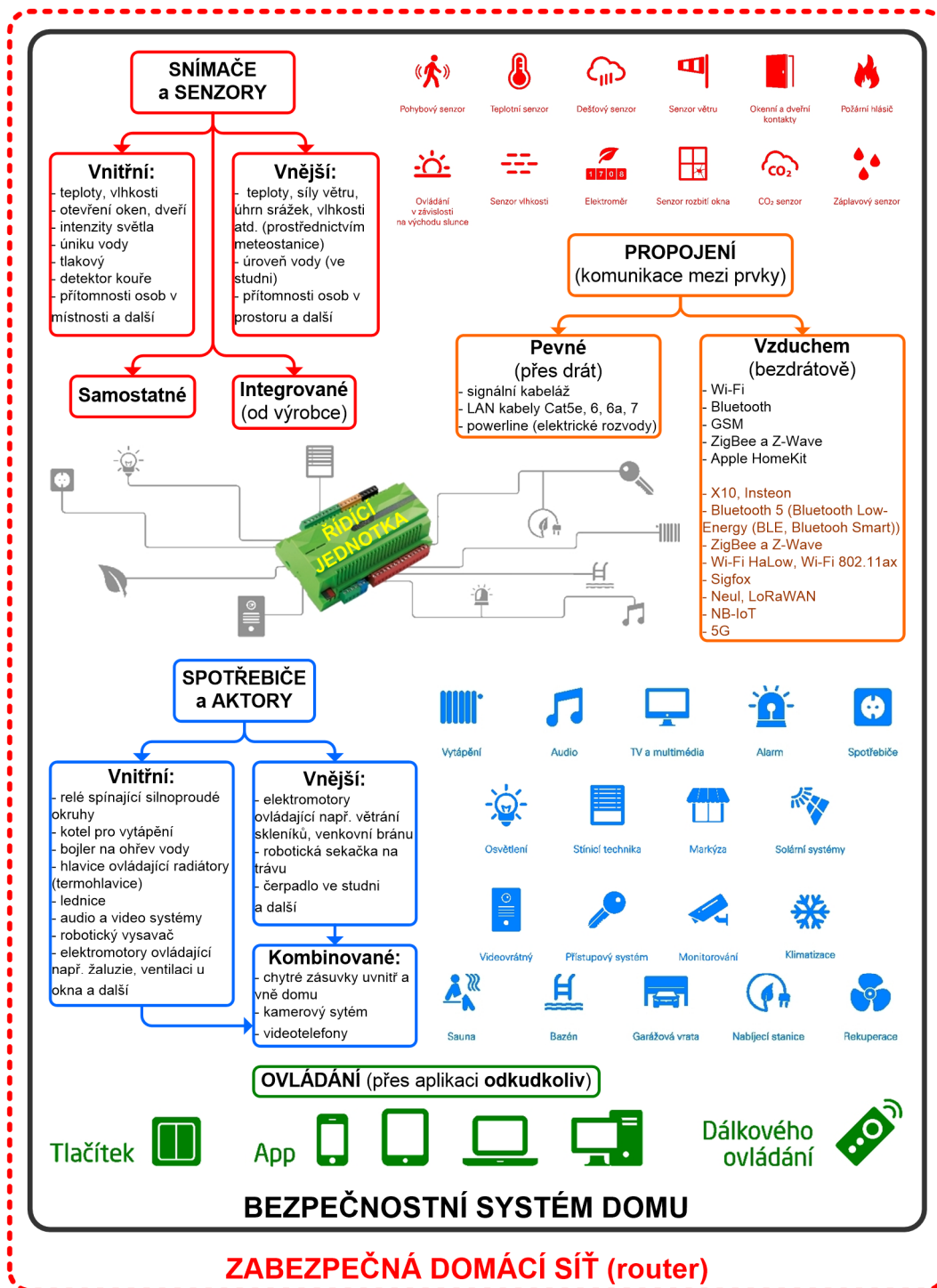
IoT (Internet of Things – internet věcí) vyžaduje pro bezdrátovou komunikaci úspornější bezdrátové standardy (Obrázek č. 25), neboť se používá pro malá zařízení nonstop připojená k internetu. (Computer EXTRA, 2018, s. 32-35)

Centrální **řídící jednotka** bývá ve většině případů řešena modulově. Základ obsahuje vše potřebné a dle aktuálních požadavků je doplňován o žádoucí moduly. Jednotka pro předávání informací velmi často používá internetové připojení a jako sekundární např. GSM modul. Software pro používání systému může být uzavřený (proprietární) nebo otevřený s jasně specifikovanými standardy a komunikačními protokoly. U otevřeného systému je možná integrace zařízení od různých výrobců.

Dálkové **ovládání** přes komplexně řešené aplikace učinilo ChD uživatelsky atraktivním. Mobilní telefon, tablet nebo PC jsou vstupní branou ke kontrole a nastavení v podstatě všech prvků systému. V domě jsou preferována klasická ovládací tlačítka s jednou funkcí, tak aby nebyl potřeba složitý manuál. Trendem je intuitivní jednoduchost a ovládání hlasem. Bohužel, čeština není většinou podporovaným jazykem. Hlasový asistent musí být neustále připojen k síti a být připraven reagovat. (Computer EXTRA, 2018, s. 6-21)

Předpokladem dobrého fungování ChD je kvalitní aplikace systému a dostatečně zabezpečená domácí síť. Vstupní branou do sítě je router, který by měl mít pravidelné bezpečnostní aktualizace.

Obrázek č. 26 - Zjednodušené schéma prvků chytrého domu



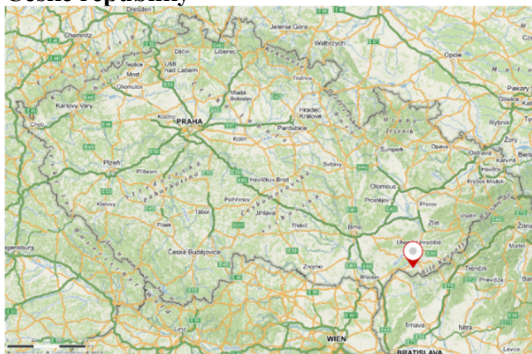
Zdroj: schéma sestavil autor za použití zdrojů – Computer EXTRA, 2018; Profesionální chytrá domácnost | Loxone Smart Home, b.r.

## 2 Analytická část

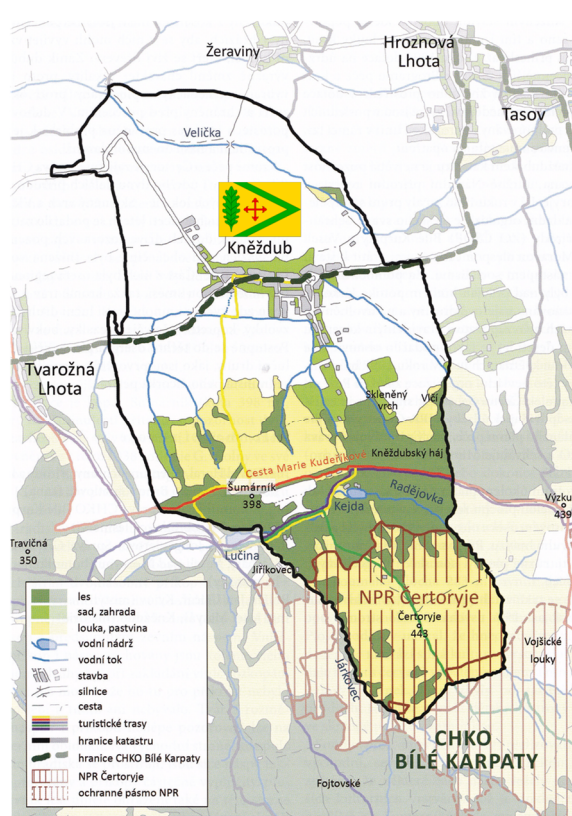
### 2.1 Popis stávajícího stavu

Dům, přesněji soubor staveb a pozemků, se nachází v obci Kněždub v Jihomoravském kraji (Obrázek č. 27, 28 a 29), v národopisné oblasti (regionu) Slovácko, který zasahuje i do Zlínského kraje a podoblasti (podregionu) Dolňácko. Obec leží na úpatí Bílých Karpat v nadmořské výšce cca 185 m n. m. Vzdálenost obce Kněždub od města Strážnice je cca 6 km a od města Veselí nad Moravou cca 7,5 km vzdušnou čarou.

Obrázek č. 27 - Poloha obce Kněždub v rámci České republiky



Obrázek č. 29 - Obec Kněždub



Obrázek č. 28 - Hranice obce Kněždub

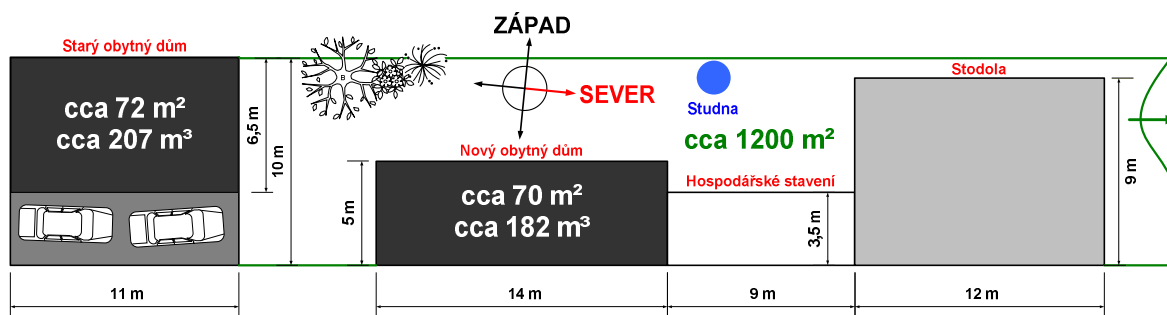


Zdroj (Obrázek č. 27 a 28): Mapy.cz, b.r.

Zdroj: Pajer, 2011, s. 27; Kněždub - znak, ..., b.r.

Rokem založení vesnice na dnešním území obce Kněždub je pravděpodobně rok 1264 (Pajer, 2011, s. 35). Písemná zmínka je dochována z roku 1370 (Obec Kněždub, b.r.). Na pozemku předmětných staveb byla nalezena mince František Lotrinský (1745–1765) – 1/2 Kreuzer (Půlkrejcar) a mince 1 cent 1901 – na přelomu 19. a 20. stolení došlo k velkému stěhování (164 obyvatel) za prací do USA (Hlaváč, 2008, s. 7). Výše uvedené nálezy dokládají bohatou minulost usedlosti.

Obrázek č. 30 - Náčrtek půdorysů pozemků a staveb



Zdroj: Autor

### Soubor staveb a pozemků, které jsou předmětem řešení:

**Starý obytný dům** postavený kolem roku 1800 z tzv. kotovic (cihly z nepálené hlíny). Nemovitost je situována v rovinatém terénu, průčelím orientovaná k jihu. Je přízemní, bez podsklepení, bez podkroví, se sklonitou sedlovou střechou a je napojena na venkovní rozvody elektro, kanalizaci a zemní plyn. Rozměry na půdorysu jsou 11 x 10 m. Výška obytných místností 2,9 m.

**Nový obytný dům** postavený v roce 1990 z cihel. Je na zvýšených základech, bez podsklepení, s možností podkroví, se sklonitou sedlovou střechou a je napojen na venkovní rozvody elektro, kanalizaci a zemní plyn. Rozměry na půdorysu jsou 14 x 5 m. Výška obytných místností 2,6 m.

Oba výše uvedené domy čerpají vodu ze studny, která se nachází ve dvoře.

**Hospodářské stavení** postavené v roce 1990 z rozličného materiálu. Je přízemní bez podsklepení, bez podkroví, se sklonitou sedlovou střechou. Rozměry na půdorysu jsou 9 x 3,5 m.

**Stodola** postavená v roce 1910 z kamene a cihel. Je s hliněnou podlahou a se sklonitou sedlovou střechou. Neplní funkci stodoly. Rozměry na půdorysu jsou 12 x 9 m.

**Dvůr** pozemek mezi stavbami, kde se nachází studna.

**Humno** pozemek za stodolou, kde se nachází volný prostor.

**Studna** je kopaná, vyzdívaná kamenem, hluboká 4 m a je čerpána domácí vodárnou.

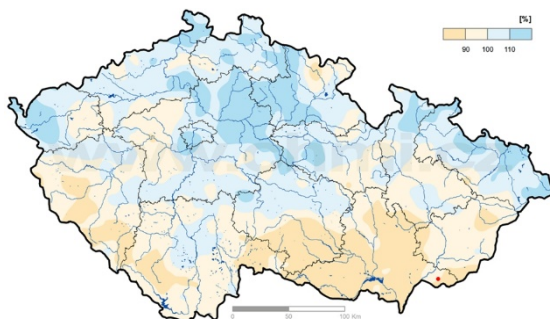
Dnes se využívá elektrická energie ze sítě, teplo z kamen spalováním dříví a voda ze studny.

## 2.2 Přípustné možnosti využití srážkové vody

V současnosti srážková voda převážně odtéká do kanalizace nebo se vsakuje na pozemcích. Platí se poplatek za stočné.

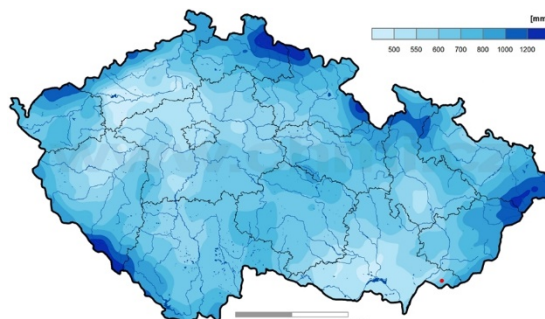
**Proč využívat?** Důvodem je obecný úbytek srážkové vody v posledních letech, obzvláště na jihu Moravy (Obrázek č. 31), kde došlo ke snížení na cca 90 % normálu z let 1981 až 2010. Průměrný roční úhrn srážek za období 1981-2010 (Obrázek č. 32) se pohyboval ve sledované obci (červená tečka na mapě) v rozmezí 550-700 mm.

**Obrázek č. 31** - Úhrn srážek v roce 2017 v procentech normálu 1981-2010



Zdroj: Portál ČHMÚ : Historická data ..., b.r.

**Obrázek č. 32** - Průměrný roční úhrn srážek za období 1981–2010



Zdroj: Portál ČHMÚ : Historická data ..., b.r.

Níže uvedené údaje pochází z klimatologické stanice (KS) ve Strážnici (176 m n. m.), která se nachází od sledované obce Kněždub cca 6 km (185 m n. m.).

**Tabulka č. 7** - Měsíční úhrn srážek (mm) za rok 2018 z klimatologické stanice Strážnice

leden	únor	březen	duben	květen	červen	červenec	srpen	září	říjen	listopad	prosinec	Celkem
34,0	15,6	19,1	22,3	74,8	84,0	41,2	34,7	86,8	23,5	9,1	35,8	480,9

Zdroj: Portál ČHMÚ : Historická data : Počasí : Měsíční data, b.r.

Pro následné výpočty je třeba znát množství zachycené srážkové vody, kterou vy počteme dle vzorce (Posouzení možnosti ..., b.r.):  $Q = j * P * f_s * f_f$  kde:

$j$ – množství srážek (m/rok)	0,48	viz. <b>Tabulka č. 7</b>
$P$ – využitelná plocha střechy, zde bez přesahů (m <sup>2</sup> )	320	viz. <b>Obrázek č. 35</b>
$f_s$ – koeficient odtoku střechy (šikmá střecha/pálená taška)	0,75	viz. (Posouzení možnosti ..., b.r.)
$f_f$ – koeficient účinnosti filtru mechanických nečistot (udává výrobce)	0,9	viz. (Posouzení možnosti ..., b.r.)
$Q$ – množství zachycené srážkové vody (m <sup>3</sup> /rok)	<b>103,68</b>	

Po dosazení nám vyjde **množství zachycené srážkové vody** ve výši cca **104 m<sup>3</sup>/rok**.

Při výběru přípustných možností jsem vycházel ze schématu na **Obrázku č. 24**, kdy jsem zcela vyloučil (**Obrázek č. 33**) větve 1., 2. a 4. **stupeň**. 1. **stupeň** je obdobný jako ½. **stupeň**, ale je technicky náročnější, neboť je pod zemí. 2. **stupeň** je polovičaté řešení 3. **stupeň** a 4. **stupeň** je zatím technologicky neuskutečnitelný.

První přípustná možnost (**SV1-Sudy**) je nejjednodušší a nejlevnější (½. **stupeň**). Obnáší svedení srážkové vody dle možností ze všech střech (**Obrázek č. 34**) do venkovních sudů s nadzemním vsakováním. Nevýhodou této možnosti je pouze specifické využití k zalévání a z toho plyne pouze sezónní používání a riziko zamrzání.

Druhá přípustná možnost (**SV2-Nádrž**) je komplexní a celoročně použitelná (3. **stupeň**). Z většiny střech svest srážkovou vodu do podzemní nádrže uprostřed dvoru (**Obrázek č. 35**) a následně distribuovat dle potřeby. Nevýhodou je relativní složitost instalace a tím související nákladnost.

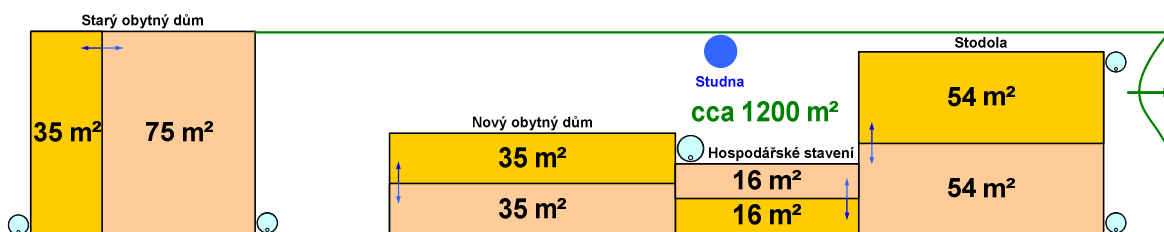
Obě možnosti jsou i esteticky přijatelné.

**Obrázek č. 33** - Výňatek z **Obrázku č. 24** s obecně přípustnými možnostmi

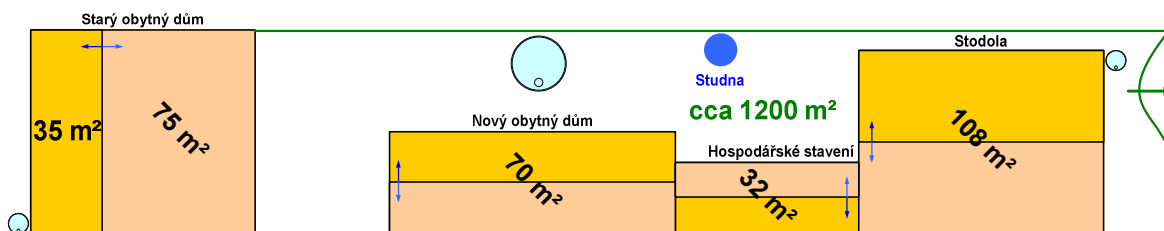


Zdroj: stejný jako u **Obrázku č. 24**

**Obrázek č. 34** – Zjednodušené schéma přípustné možnosti **SV1-Sudy** (poloha sudů)



**Obrázek č. 35** – Zjednodušené schéma přípustné možnosti **SV2-Nádrž** (poloha nádrže a pomocných sudů)



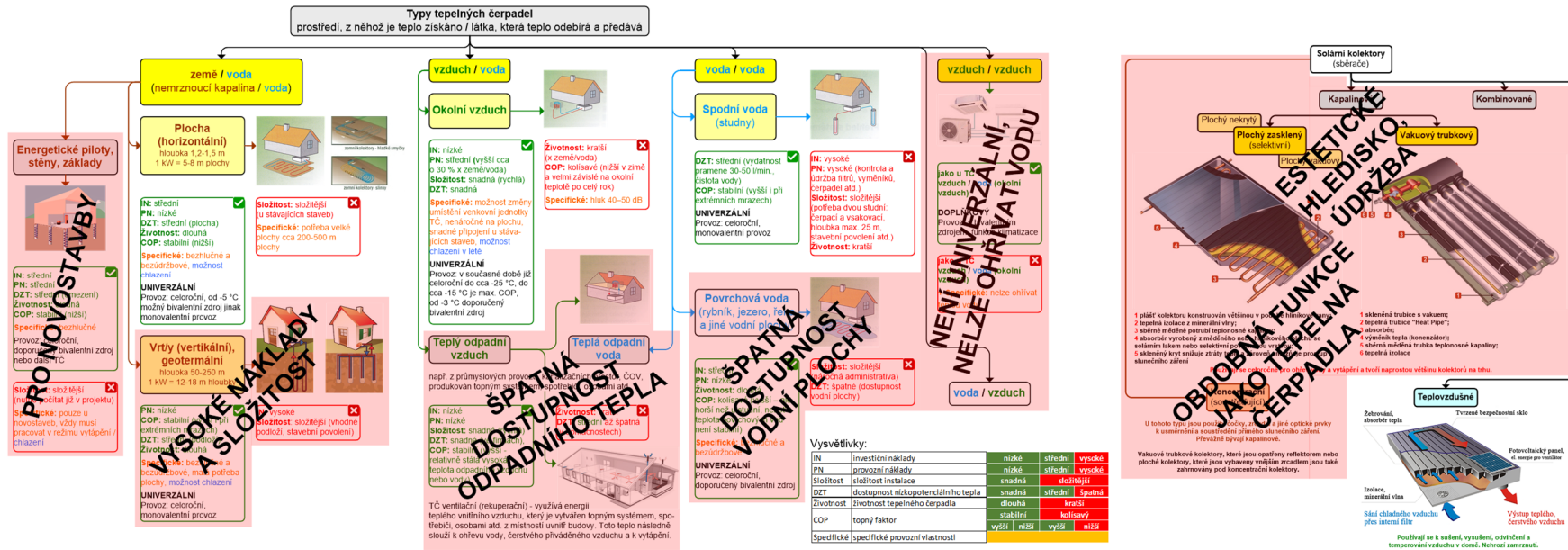
Zdroj (Obrázek č. 34 a 45): **Autor**



## 2.3 Přípustné možnosti alternativních zdrojů energie

Tepelná čerpadla a solární kolektory se **primárně** používají k výrobě **tepla** (teplé vody či vzduchu), proto jsem je při výběru přípustných možností sloučil. Na základě technických, technologických a subjektivních hledisek jsem vyloučil níže uvedené možnosti (Obrázek č. 36).

Obrázek č. 36 – Zjednodušená schémata typů TČ a solárních kolektorů s vyznačením nepřijatelných možností



Zdroj: stejný jako u Obrázku č. 2 a č. 24

Tabulka č. 8 - Průměrná měsíční teplota (°C) za rok 2018 z KS Strážnice

leden	únor	březen	duben	květen	červen	červenec	srpen	září	říjen	listopad	prosinec
2,8	-1,9	2,6	14,8	17,4	19,3	21,0	22,4	16,2	12,3	6,1	1,7

Zdroj: Portál ČHMÚ : Historická data : Počasí : Měsíční data, b.r.

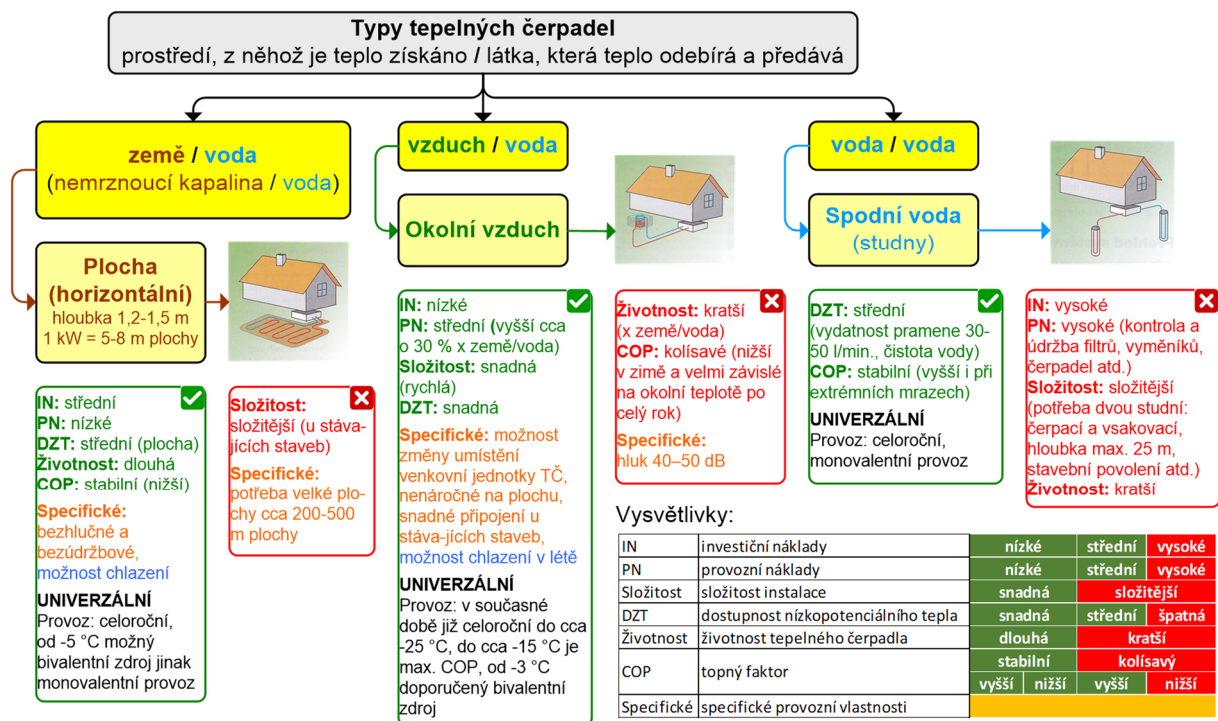
Tabulka č. 9 - Trvání slunečního svitu (h) za rok 2018 KS Strážnice

leden	únor	březen	duben	květen	červen	červenec	srpen	září	říjen	listopad	prosinec	Celkem
31,6	73,1	100,5	243,9	278,1	200,1	271,5	296,9	221,0	153,9	79,9	12,7	1 963,2

Zdroj: Portál ČHMÚ : Historická data : Počasí : Měsíční data, b.r.

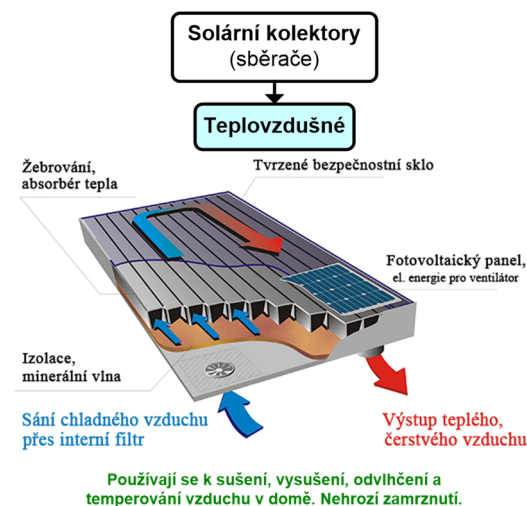
Pro TČ dle typu je více či méně důležitá teplota okolí (Tabulka č. 8) a pro solární kolektory je to délka slunečního svitu (Tabulka č. 9).

Obrázek č. 37 - Výňatek z Obrázku č. 2 a č 24 s přípustnými možnostmi TČ a solárních kolektorů



Zdroj: stejný jako u Obrázku č. 2 a č. 24

1. Přípustná možnost je teplené čerpadlo typu země / voda – plocha (**TČ1-Plocha**)
2. Přípustná možnost je teplené čerpadlo typu vzduch / voda – okolní vzduch (**TČ2-Vzduch**)
3. Přípustná možnost je teplené čerpadlo typu voda / voda – studny (**TČ3-Studny**)

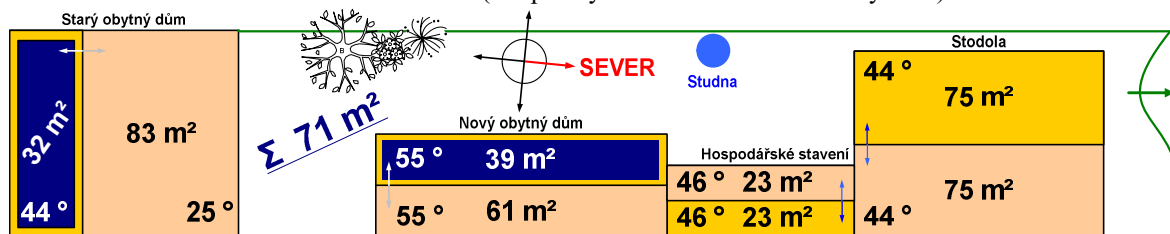


Teplovzdušný solární kolektor bude vždy, doplňkem k tepelnému čerpadlu s primárním využitím v hospodářském stavení.

Při stanovení přípustných možností u **fotovoltaických článků (panelů)** jsem nevolil mezi technologiemi jako multikrystalické, monokrystalické nebo tenkovrstvé FV panely, neboť provozními a funkčními parametry jsou si velmi blízko (hlavně multi a monokrystalické dosahují podobné účinnosti), avšak kladl jsem důraz na typ instalace, umístění (rozmístění) a plochu panelů (instalovaný výkon). U instalace jsem zvažoval panely, které se montují nad střešní krytinou, integrují do střechy nebo FV střešní tašky. U umístění přicházely v úvahu čtyři možnosti, a to: střechy, fasády, okna a pozemek.

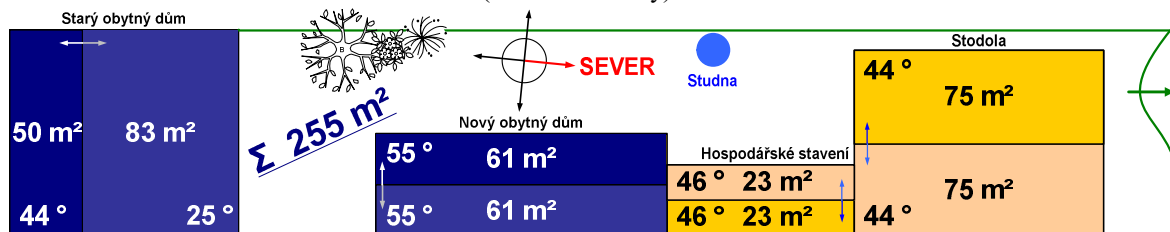
S vědomím, že střechy nejsou ideálně orientovány ani nemají ideální sklon a jsou různě stíněny přilehlými budovami, jsem vybral níže uvedené možnosti.

**Obrázek č. 38 - Zjednodušené schéma 1. přípustné možnosti FV1-Základ**  
(FV panely umístěné nad střešní krytinou)



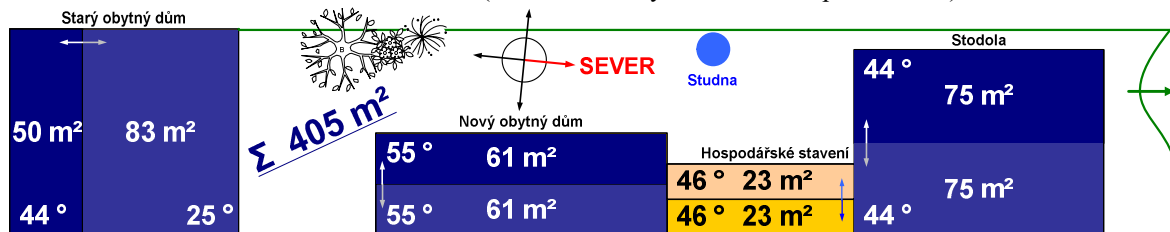
Zdroj: Autor

**Obrázek č. 39 - Zjednodušené schéma 2. přípustné možnosti FV2-Tašky**  
(FV střešní tašky)



Zdroj: Autor

**Obrázek č. 40 - Zjednodušené schéma 3. přípustné možnosti FV3-Max**  
(FV střešní tašky na maximální ploše střech)



Zdroj: Autor

Ke všem výše uvedeným FV možnostem jsem zvolil fyzickou baterii z důvodu nezávislosti, taktéž v případě dokončení vývoje bych instaloval FV žaluzie do všech oken.

## 2.4 Vytvoření variant z kombinací přípustných možností

Nejprve bych shrnul **přípustné možnosti** se stručnou charakteristikou:

**SV1-Sudy** - srážková voda svedena ze všech střech (cca 320 m<sup>2</sup>) do venkovních sudů, použití k zalévání, provoz sezónní.

**SV2-Nádrž** - srážková voda svedena z většiny střech (cca 285 m<sup>2</sup>) do podzemní nádrže, náhražka za užitkovou vodu, provoz celoroční.

**TČ2-Vzduch** - tepelné čerpadlo typu vzduch / voda – okolní vzduch, provoz celoroční do cca -25 °C, do cca -15 °C je max. COP, *od -3 °C doporučený bivalentní zdroj.*

**TČ1-Plocha** - tepelné čerpadlo typu země / voda – plocha (*na pozemku dostatečný prostor*), provoz celoroční od -5 °C *možný bivalentní zdroj*, jinak monovalentní provoz.

**TČ3-Studny** - tepelné čerpadlo typu voda / voda – studny (*na pozemku studna*), provoz celoroční, monovalentní provoz.

**FV1-Základ** - fotovoltaické panely umístěné nad střešní krytinou s celkovou plochou cca 71 m<sup>2</sup>, které jsou nainstalovány na nejpříhodnějším místě.

**FV2-Tašky** - fotovoltaické střešní tašky, které jsou samotnou střešní krytinou s celkovou plochou cca 255 m<sup>2</sup>.

**FV3-Max** - fotovoltaické střešní tašky, které jsou samotnou střešní krytinou s celkovou plochou cca 405 m<sup>2</sup> a jsou nainstalovány na maximální vhodné ploše střech.

Z výše uvedených možností vyšlo těchto 18 **variant**:

1.	SV1-Sudy	TČ2-Vzduch	FV1-Základ	10.	SV2-Nádrž	TČ2-Vzduch	FV1-Základ
2.	SV1-Sudy	TČ2-Vzduch	FV2-Tašky	11.	SV2-Nádrž	TČ2-Vzduch	FV2-Tašky
3.	SV1-Sudy	TČ2-Vzduch	FV3-Max	12.	SV2-Nádrž	TČ2-Vzduch	FV3-Max
4.	SV1-Sudy	TČ1-Plocha	FV1-Základ	13.	SV2-Nádrž	TČ1-Plocha	FV1-Základ
5.	SV1-Sudy	TČ1-Plocha	FV2-Tašky	14.	SV2-Nádrž	TČ1-Plocha	FV2-Tašky
6.	SV1-Sudy	TČ1-Plocha	FV3-Max	15.	SV2-Nádrž	TČ1-Plocha	FV3-Max
7.	SV1-Sudy	TČ3-Studny	FV1-Základ	16.	SV2-Nádrž	TČ3-Studny	FV1-Základ
8.	SV1-Sudy	TČ3-Studny	FV2-Tašky	17.	SV2-Nádrž	TČ3-Studny	FV2-Tašky
9.	SV1-Sudy	TČ3-Studny	FV3-Max	18.	SV2-Nádrž	TČ3-Studny	FV3-Max

## 2.5 Výběr kompromisní varianty

Pro výběr jsem stanovil těchto 5 kritérií:

**Komplexnost řešení** – jak varianty uspokojují požadavky a jaký je jejich přínos.

**Celkový vzhled** – začlenění do stávajícího architektonického řešení (nenápadnost).

**Složitost instalace** – technicko-technologická a časová náročnost uvedení do provozu.

**Vstupní investice** – tj. všechny náklady před zprovozněním.

**Provozní náklady** – fixní náklady a variabilní náklady (riziko poruchovosti).

Váhy kritérií jsem určil pomocí Saatyho metody:

Tabulka č. 10 - Váhy kritérií

Kritéria	Komplexnost řešení	Celkový vzhled	Složitost instalace	Vstupní investice	Provozní náklady	Váhy
Komplexnost řešení	1	1,000	5	7	1,000	0,308
Celkový vzhled	1	1	3	9	1,000	0,292
Složitost instalace	0,200	0,333	1	0,200	0,200	0,046
Vstupní investice	0,143	0,111	5	1	0,200	0,066
Provozní náklady	1	1	5	5	1	0,288

Zdroj: Autor

Bodově jsem ohodnotil kritéria pro jednotlivé varianty v intervalu (1, 100):

Tabulka č. 11 - Body

Varianty		Kritéria	Komplexnost řešení	Celkový vzhled	Složitost instalace	Vstupní investice	Provozní náklady
SV1-Sudy	TČ2-Vzduch	FV1-Základ	32	37	37	23	41
SV1-Sudy	TČ2-Vzduch	FV2-Tašky	41	52	33	42	41
SV1-Sudy	TČ2-Vzduch	FV3-Max	60	57	33	56	51
SV1-Sudy	TČ1-Plocha	FV1-Základ	37	47	44	31	31
SV1-Sudy	TČ1-Plocha	FV2-Tašky	46	62	41	50	31
SV1-Sudy	TČ1-Plocha	FV3-Max	64	67	41	64	41
SV1-Sudy	TČ3-Studny	FV1-Základ	38	44	59	42	62
SV1-Sudy	TČ3-Studny	FV2-Tašky	47	59	56	60	62
SV1-Sudy	TČ3-Studny	FV3-Max	66	64	56	75	72
SV2-Nádrž	TČ2-Vzduch	FV1-Základ	47	40	59	36	56
SV2-Nádrž	TČ2-Vzduch	FV2-Tašky	57	54	56	55	56
SV2-Nádrž	TČ2-Vzduch	FV3-Max	75	59	56	69	67
SV2-Nádrž	TČ1-Plocha	FV1-Základ	52	49	67	44	46
SV2-Nádrž	TČ1-Plocha	FV2-Tašky	61	64	63	62	46
SV2-Nádrž	TČ1-Plocha	FV3-Max	80	69	63	77	56
SV2-Nádrž	TČ3-Studny	FV1-Základ	54	47	81	54	77
SV2-Nádrž	TČ3-Studny	FV2-Tašky	63	62	78	73	77
SV2-Nádrž	TČ3-Studny	FV3-Max	81	67	78	87	87

Zdroj: Autor

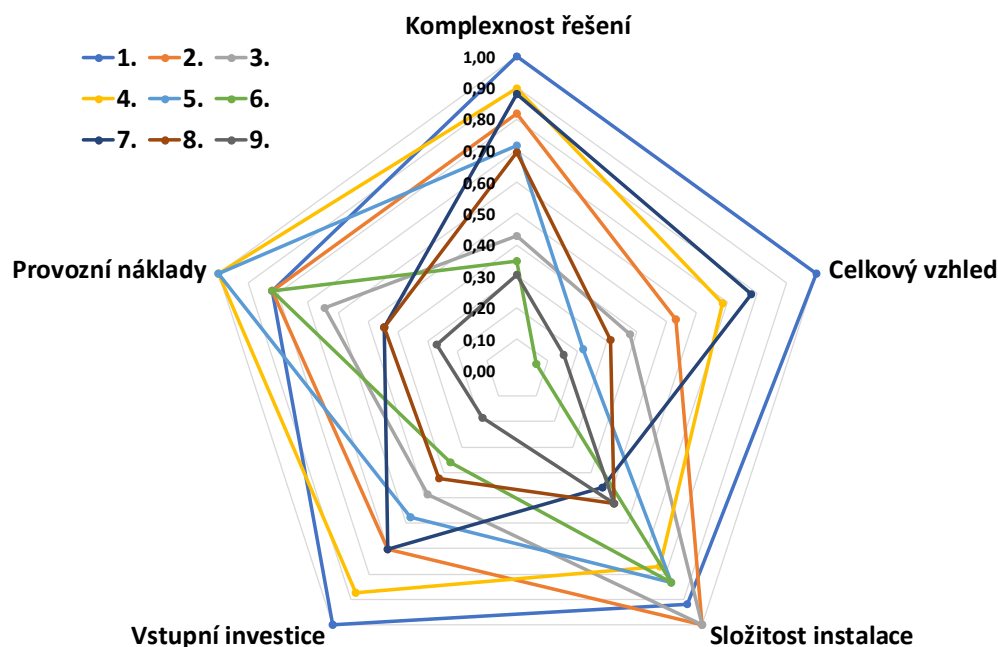
Pro vícekritériální analýzu variant jsem použil metodu váženého součtu:

**Tabulka č. 12** - Výsledek metody váženého součtu

Pořadí	Varianty			Kritéria					Užitek
				Komplexnost řešení	Celkový vzhled	Složitost instalace	Vstupní investice	Provozní náklady	
1.	SV2-Nádrž	TČ1-Plocha	FV3-Max	0,00	0,00	0,92	1,00	0,82	0,781
2.	SV1-Sudy	TČ1-Plocha	FV3-Max	0,18	0,47	1,00	0,70	0,82	0,774
3.	SV2-Nádrž	TČ1-Plocha	FV2-Tašky	0,57	0,63	1,00	0,48	0,64	0,683
4.	SV1-Sudy	TČ1-Plocha	FV2-Tašky	0,10	0,31	0,77	0,88	1,00	0,681
5.	SV1-Sudy	TČ2-Vzduch	FV3-Max	0,29	0,78	0,83	0,58	1,00	0,622
6.	SV2-Nádrž	TČ2-Vzduch	FV3-Max	0,65	0,94	0,83	0,36	0,82	0,616
7.	SV2-Nádrž	TČ3-Studny	FV3-Max	0,12	0,22	0,46	0,70	0,45	0,585
8.	SV1-Sudy	TČ3-Studny	FV3-Max	0,31	0,69	0,52	0,42	0,45	0,574
9.	SV2-Nádrž	TČ2-Vzduch	FV2-Tašky	0,69	0,84	0,52	0,19	0,27	0,529
10.	SV1-Sudy	TČ2-Vzduch	FV2-Tašky	0,31	0,09	0,46	0,80	0,55	0,523
11.	SV1-Sudy	TČ1-Plocha	FV1-Základ	0,51	0,53	0,52	0,50	0,55	0,504
12.	SV2-Nádrž	TČ1-Plocha	FV1-Základ	0,88	0,69	0,52	0,28	0,36	0,504
13.	SV2-Nádrž	TČ3-Studny	FV2-Tašky	0,41	0,38	0,29	0,67	0,73	0,492
14.	SV1-Sudy	TČ3-Studny	FV2-Tašky	0,59	0,84	0,38	0,39	0,73	0,476
15.	SV2-Nádrž	TČ2-Vzduch	FV1-Základ	0,98	1,00	0,38	0,16	0,55	0,355
16.	SV1-Sudy	TČ2-Vzduch	FV1-Základ	0,45	0,31	0,00	0,52	0,18	0,345
17.	SV2-Nádrž	TČ3-Studny	FV1-Základ	0,63	0,78	0,06	0,22	0,18	0,315
18.	SV1-Sudy	TČ3-Studny	FV1-Základ	1,00	0,94	0,06	0,00	0,00	0,298
Povaha kritérií				MAX	MAX	MIN	MIN	MIN	
Váhy kritérií				0,308	0,292	0,046	0,066	0,288	
Ideální varianta (H)				81	69	33	23	31	
Bazální varianta (D)				32	37	81	87	87	

Zdroj: Autor

**Graf č. 9** - Polygonální zobrazení 1. poloviny variant



Zdroj: Autor

Kompromisní varianta je původní 15. **SV2-Nádrž** **TČ1-Plocha** **FV3-Max**

## 2.6 Výběr technologického řešení pro vzdálenou správu s ohledem na kompromisní variantu

Základním předpokladem pro fungování vzdálené správy je dostupnost internetového připojení v místě spravovaného objektu za rozumnou cenu. V obci Kněždub je nabízeno připojení přes níže uvedené poskytovatele (Tabulka č. 13). Není zde uvedena nabídka mobilních operátorů přes jejich bezdrátové sítě, neboť reálné pokrytí je zde velmi chabé a drahé. Obec nechala před pár lety položit optické kabely k nemovitostem, které se nacházejí v katastru obce.

**Tabulka č. 13 - Přehled možného internetového připojení v obci Kněždub k 18. 1. 2019**

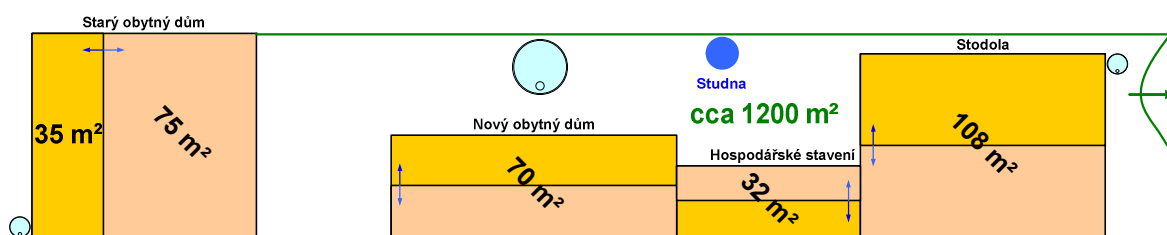
Poskytovatel internetového připojení	Technologie	Maximální rychlost příjmu dat (Mbit/s)	Cena za měsíc	Název tarifu
Vladislav Škvařil (KAZA.cz s.r.o.)	Bezdrátová (WiFi)	34	300 Kč	Start 5,8Ghz
O2 Czech Republic a.s.	Drátová (xDSL)	50	349 Kč	Internet AKTIV HD (akce)
LIBLI s.r.o.	Drátová (DSL)	20	395 Kč	Internet M
Jiří Chalabala - vesnet.cz	Bezdrátová (5G)	35	300 Kč	35Mbit MAX

Zdroj: tabulku sestavil autor za použití zdrojů – Vesnet.cz, b.r.; O2 | Mobilní ..., b.r.; Knezdub.net ..., b.r.; LIBLI - Blíž k sobě, b.r.; Internet ..., b.r.

Nyní provedu rozklad kompromisní varianty a uvedu, co očekávám, že bude sledováno (provedeno) systémem vzdálené správy.

- SV2-Nádrž** - srážková voda svedena z většiny střech (cca 285 m<sup>2</sup>) do podzemní nádrže, náhražka za užitkovou vodu, provoz celoroční.

**Obrázek č. 41 - Zjednodušené schéma části kompromisní varianty – SV2-Nádrž**

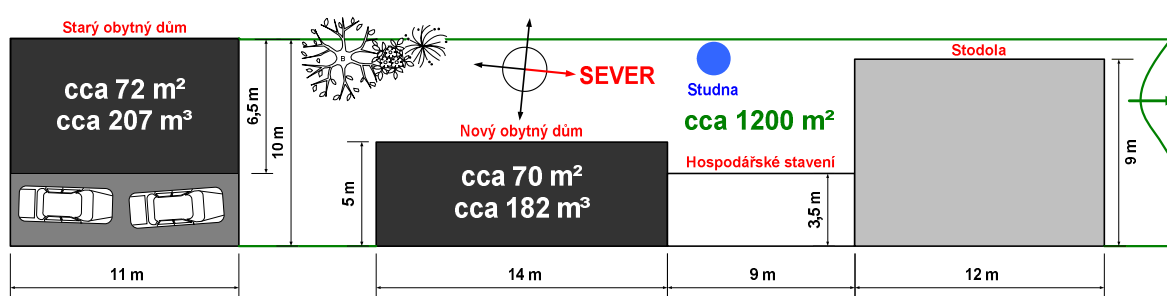


Zdroj: Autor

Předpokládám, že bude zaznamenáván průběžný stav vody jak v nádrži na SV tak i ve studni. V případě dosažení nastavených mezních hodnot a poruchy čerpadel zašle upozornění.

- TČ1-Plocha** - tepelné čerpadlo typu země / voda – plocha (na pozemku je dostatečný prostor za stodolou), provoz celoroční od  $-5\text{ }^{\circ}\text{C}$  možný bivalentní zdroj, jinak monovalentní provoz. Vytápěný prostor cca  $389\text{ m}^3$ .

Obrázek č. 42 - Zjednodušené schéma části kompromisní varianty – TČ1-Plocha

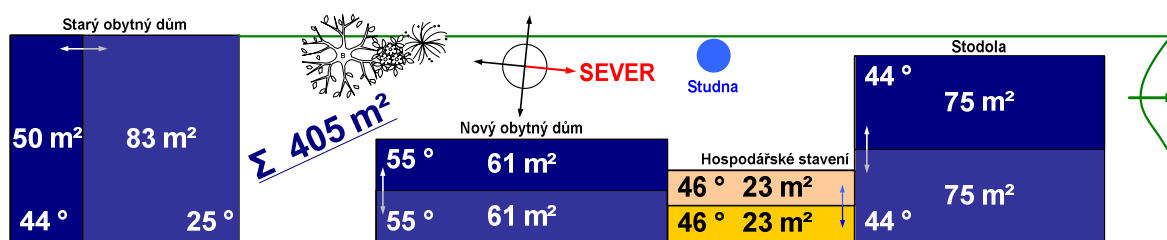


Zdroj: Autor

Předpokládám, že bude zaznamenáván průběžný stav teploty místností. V případě dosažení nastavených mezních hodnot a poruchy tepelného čerpadla zašle upozornění.

- FV3-Max** - fotovoltaické střešní tašky, které jsou samotnou střešní krytinou s celkovou plochou cca  $405\text{ m}^2$  a jsou nainstalovány na maximální vhodné ploše střech.

Obrázek č. 43 - Zjednodušené schéma části kompromisní varianty – FV3-Max



Zdroj: Autor

Předpokládám, že bude zaznamenáván průběžný stav výroby, spotřeby elektrické energie a stav nabití záložní baterie. V případě poruchy klíčových prvků FV instalace zašle upozornění.



Ve výše uvedené kompromisní variantě je řešena především oblast **energií**. Nejdůležitější oblastí je **bezpečnost**. Zde lze zařadit např. senzory: rozbití okna, dveří, otevření okna, dveří, pohybový senzor, záplavový senzor a také prvky, které bych využil, a to: detektor kouře, ovládaní žaluzií, rolet (jako bezpečnostní prvek), kamery a elektronický zámek. Mimo zájem je oblast **domácího pohodlí**, tj. ovládaní multimédií a částečně osvětlení.

Všechny snímače, senzory, spotřebiče, aktory, včetně řídicí jednotky budou propojené, pokud to bude možné, signální kabeláží (drátem) kvůli stabilní komunikaci a možnosti přímo těmto prvkům dodávat energie a neřešit problémy s bateriemi.

System musí být modulární a otevřený novým technologiím tak, aby šel nastavit na konkrétní požadavky a případně rozšířit, nejlépe vše od jedné firmy. Ovládaní by mělo probíhat přes uživatelsky přívětivou mobilní aplikaci nebo webový prohlížeč vzdáleně přes internet. Nedílnou součástí systému by měl být router s aktuálními bezpečnostními aktualizacemi.

## 2.7 Předpokládané náklady na realizaci

Zde uvedené náklady (Tabulka č. 14) jsou hrubým odhadem pro kompromisní variantu + vzdálenou správu, neboť přesnější údaje by si vyžádaly podstatně podrobnější rozpracování parametrů budov a pozemků. Pro náklady na realizaci nebyl stanoven žádný limit.

**Tabulka č. 14 – Hrubý odhad nákladů na realizaci bez DPH**

Položka	Náklady
SV2-Nádrž	180 000 Kč
TČ1-Plocha	290 000 Kč
FV3-Max	1 800 000 Kč
vzdálená správa	50 000 Kč
<b>Celkem</b>	<b>2 320 000 Kč</b>

Zdroj: tabulku sestavil autor za použití zdrojů – Tepelná čerpadla IVT ..., b.r.; Home - Nicoll ..., b.r.; Profesionální chytrá domácnost | Loxone Smart Home, b.r.; Tepelná čerpadla NIBE ..., b.r.; Solteq.eu, b.r.; Czech Energy Team ..., b.r.

## Závěr

Hlavním cílem práce bylo navrhnout úpravu stávajícího domu tak, aby optimálně využíval alternativních zdrojů energií, srážkovou vodu a bylo možno tento objekt spravovat na dálku.

K naplnění tohoto cíle bylo potřeba v teoretické části určit, co jsou alternativní zdroje energií. Byly vymezeny vůči převažujícím (tradičním) zdrojům, které jsou v současnosti dostupné domácnostem v České republice, tj. tepelná čerpadla (TČ), fotovoltaické články (FV) a solární panely. K TČ byl sestaven zjednodušený přehled jejich typů se stručným popisem. U FV byl sestaven zjednodušený přehled „jenom“ jejich technologií, bez popisu, neboť více jak 95 % celosvětové výroby představují mono a polykrystalické články a v podstatě vykazují obdobné parametry. Proto je zde kladen důraz spíše na to, kde a jak mohou být umístěny a jak může být takto vyrobená elektřina uskladněna (fyzická nebo virtuální baterie). Solární panely jsou zde popsány spíše jako doplňková technologie k výše uvedeným. U využití srážkové vody byl popsán zjednodušený koloběh vody v obytném domě. Z něho vycházejí jednotlivé fáze nakládání se srážkovou (znečištěnou) vodou podle míry opětovného využití. Přičemž bylo shledáno, že v současnosti lze plně nahradit jen užitkovou vodu. Pro technologie vzdálené správy byly popsány její prvky: snímače a senzory, spotřebiče a aktory, řídicí jednotka, propojení (přes drát, bezdrátově) a ovládání. Dále bylo uvedeno, co a jak v chytrém domě ovládat a důraz je vždy kladen na bezpečnost a uživatelskou přívětivost.

Pro úpravu byl vybrán dům v obci Kněždub v Jihomoravském kraji. Jedná se o soubor staveb (1. dům cca 200 let starý, 2. dům cca 30 let starý, hospodářské stavení a stodola) a pozemků o výměře cca 1 200 m<sup>2</sup>. Na základě požadavků zadavatele a srážkových hodnot z klimatologické stanice, která se nachází nedaleko obce, byly vybrány přípustné možnosti pro využití srážkové vody. Přípustné možnosti pro alternativní zdroje energií byly rozděleny na zdroje tepla tj. TČ, solární panely, které byly vybrány na základě technických, technologických a subjektivních hledisek zadavatele, přičemž byly preferovány univerzální využitelné zdroje a zdroje elektřiny tj. fotovoltaické články. U nich byl kladen důraz na typ instalace, umístění (rozmístění) a plochu panelů. Ze vzniklých přípustných možností byly vytvořeny varianty řešení. Pro tento případ byla zvolena následující kritéria: komplexnost řešení, celkový vzhled, složitost instalace, vstupní investice, provozní náklady. Pomocí Saatyho metody byly stanoveny jejich váhy. Bodově ohodnocena kritéria pro jednotlivé varianty v intervalu (1, 100).

Prostřednictvím vícekritériální analýzy variant metodou váženého součtu byla vybrána varianta s užitkem 0,781, která je složena z těchto přípustných možností: **SV2-Nádrž** - srážková voda svedena z většiny střech (cca 285 m<sup>2</sup>) do podzemní nádrže, náhražka za užitkovou vodu, provoz celoroční, **TČ1-Plocha** - tepelné čerpadlo typu země/voda – plocha, provoz celoroční od -5 °C možný bivalentní zdroj, jinak monovalentní provoz. Vytápěný prostor cca 389 m<sup>3</sup>, **FV3-Max** - fotovoltaické střešní tašky, které jsou samotnou střešní krytinou s celkovou plochou cca 405 m<sup>2</sup> a jsou nainstalovány na maximální vhodné ploše střech.

Základním předpokladem implementace vzdálené správy je dostupné internetové připojení. U kompromisní varianty by byly sledovány hlavně průběžné stavy zařízení, mezní hodnoty a poruchy, tj. oblast energií. Avšak nejdůležitější oblastí je bezpečnost, jak na úrovni objektu, tak především na úrovni systému samotného.

Hrubý odhad předpokládaných nákladů na realizaci je ve výši 2 320 000 Kč bez DPH.

Postup uvedený v této práci je možné aplikovat na většinu starších domů na území České republiky. Klimatická data pro jednotlivé oblasti jsou dostupná na internetových stránkách Českého hydrometeorologického ústavu. Kritéria pro výběr kompromisní varianty lze obměňovat a váhy kritérií lze měnit dle požadavků konkrétního zadavatele. Pro osobu, která uvažuje nad výše uvedenou úpravou domu, by měl tento proces zjednodušit (zúžit) výběr a poskytnout vhled do problematiky.

## Seznam obrázků

Obrázek č. 1 - Zjednodušené schéma principu kompresorového tepelného čerpadla.....	17
Obrázek č. 2 - Zjednodušené schéma typů TČ podle zdroje energie a teplosměnného média .....	18
Obrázek č. 3 - Konstrukce a přeměna energie v krystalickém křemíkovém solárním článku .....	20
Obrázek č. 4 - Tok energie v solárním článku .....	20
Obrázek č. 5 - Složení FV pole .....	20
Obrázek č. 6 - Nejvíce vyráběné FV technologie .....	20
Obrázek č. 7 - FV žaluzie (ve vývoji) .....	23
Obrázek č. 8 - FV chodník (ve vývoji) .....	23
Obrázek č. 9 - Nad střešní krytinou .....	23
Obrázek č. 10 - Integrace ve střešní krytině.....	23
Obrázek č. 11 - Samotná střešní krytina .....	23
Obrázek č. 12 - Zjednodušené schéma FV technologií.....	24
Obrázek č. 13 - Složitost materiálu článků podle technologií.....	25
Obrázek č. 14 - Tloušťka materiálu článků podle technologií.....	25
Obrázek č. 15 - Krystalická.....	26
Obrázek č. 16 - Tenkovrstvá .....	26
Obrázek č. 17 - Koncentrovaná.....	26
Obrázek č. 18 - Využití elektrické energie vyrobené z FV elektrárny během dne .....	26
Obrázek č. 19 - Princip solárního kolektoru .....	28
Obrázek č. 20 - Dvouokruhový systém.....	28
Obrázek č. 21 - Jednookruhový systém.....	28
Obrázek č. 22 - Zjednodušené schéma typů solárních kolektorů.....	29
Obrázek č. 23 - Schéma zjednodušeného koloběhu vody (včetně srážkové) v obytném domě .....	31
Obrázek č. 24 - Zjednodušené schéma využití srážkové vody v obytném domě.....	33
Obrázek č. 25 - Bezdrátové komunikační standardy a porovnání standardů pro IoT .....	35
Obrázek č. 26 - Zjednodušené schéma prvků chytrého domu .....	36
Obrázek č. 27 - Poloha obce Kněždub v rámci České republiky .....	37
Obrázek č. 28 - Hranice obce Kněždub .....	37
Obrázek č. 29 - Obec Kněždub .....	37
Obrázek č. 30 - Náčrtek půdorysů pozemků a staveb.....	38
Obrázek č. 31 - Úhrn srážek v roce 2017 v procentech normálu 1981-2010.....	39
Obrázek č. 32 - Průměrný roční úhrn srážek za období 1981–2010 .....	39
Obrázek č. 33 - Výňatek z Obrázku č. 24 s obecně přípustnými možnostmi .....	40
Obrázek č. 34 - Zjednodušené schéma přípustné možnosti SV1-Sudy (poloha sudů).....	40

Obrázek č. 35 – Zjednodušené schéma přípustné možnosti SV2-Nádrž (poloha nádrže a pomocných sudů) .....	40
Obrázek č. 36 – Zjednodušená schémata typů TČ a solárních kolektorů s vyznačením nepřijatelných možností .....	41
Obrázek č. 37 - Výňatek z Obrázku č. 2 a č 24 s přípustnými možnostmi TČ a solárních kolektorů .....	42
Obrázek č. 38 - Zjednodušené schéma 1. přípustné možnosti FV1-Základ.....	43
Obrázek č. 39 - Zjednodušené schéma 2. přípustné možnosti FV2-Tašky .....	43
Obrázek č. 40 - Zjednodušené schéma 3. přípustné možnosti FV3-Max .....	43
Obrázek č. 41 - Zjednodušené schéma části kompromisní varianty – SV2-Nádrž .....	47
Obrázek č. 42 - Zjednodušené schéma části kompromisní varianty – TČ1-Plocha .....	48
Obrázek č. 43 - Zjednodušené schéma části kompromisní varianty – FV3-Max.....	48

## Seznam grafů

Graf č. 1 - Podíl paliv a technologií na výrobě elektřiny brutto – 2017 (87 037,6 TWh).....	14
Graf č. 2 - Podíl paliv na výrobě tepla brutto – 2017 (169 579,7 TJ) .....	14
Graf č. 3 - Odhad roční dodávky tepelných čerpadel na český trh .....	19
Graf č. 4 - Podíl FV technologií na celosvětové výrobě .....	21
Graf č. 5 - Procentní podíl tenkovrstvých (Thin film) technologií na celosvětové výrobě.....	21
Graf č. 6 - Srovnání účinnosti FV technologií (nejlepší lab. články vs. nejlepší lab. panely) .....	22
Graf č. 7 - Vývoj účinnosti FV článků v laboratoři .....	25
Graf č. 8 - Vývoj dodávek solárních kolektorů na český trh (m <sup>2</sup> ).....	28
Graf č. 9 - Polygonální zobrazení 1. poloviny variant .....	46

## Seznam tabulek

Tabulka č. 1 - Zdroje energie podle původu .....	12
Tabulka č. 2 - Základní členění obnovitelných zdrojů energie .....	13
Tabulka č. 3 - Převažující zdroje energie pro výrobu elektřiny a tepla za rok 2017 v ČR .....	14
Tabulka č. 4 - Zdroje energie podle původu (upravená verze) .....	15
Tabulka č. 5 - Technologie FV .....	25
Tabulka č. 6 - Inovace FV.....	25
Tabulka č. 7 - Měsíční úhrn srážek (mm) za rok 2018 z klimatologické stanice Strážnice.....	39
Tabulka č. 8 - Průměrná měsíční teplota (°C) za rok 2018 z KS Strážnice .....	41
Tabulka č. 9 - Trvání slunečního svitu (h) za rok 2018 KS Strážnice .....	41
Tabulka č. 10 - Váhy kritérií.....	45
Tabulka č. 11 - Body.....	45
Tabulka č. 12 - Výsledek metody váženého součtu.....	46
Tabulka č. 13 - Přehled možného internetového připojení v obci Kněždub k 18. 1. 2019 .....	47
Tabulka č. 14 – Hrubý odhad nákladů na realizaci bez DPH.....	50

## Seznam použitých zdrojů

### Kniha, akademická práce, el. článek, periodikum, jiný dokument

- BERANOVSKÝ, Jiří, Jan TRUXA a kolektiv, 2004. *Alternativní energie pro váš dům*. 2. aktualizované vydání. Brno: EkoWATT, 125 s. ISBN 80-86517-89-6.
- HASELHUHN, Ralf, 2011. *Fotovoltaika: budovy jako zdroj proudu*. Ostrava: HEL, 176 s. ISBN 978-80-86167-33-6.
- VÍTEK, Jiří, David STRÁNSKÝ, Ivana KABELKOVÁ, Vojtěch BAREŠ a Radim VÍTEK, 2015. *Hospodaření s dešťovou vodou v ČR*. Praha: 01/71 ZO ČSOP Koniklec, 128 s. ISBN 978-80-260-7815-9.
- PAJER, Jiří, 2011. *Kněždub: minulost a současnost obce*. Kněždub: Obec Kněždub. ISBN 978-80904622-3-6.
- KARLÍK, Robert, 2009. *Tepelné čerpadlo pro váš dům*. Praha: Grada. ISBN 978-80-247-2720-2.
- SCHMALENSEE, Richard, 2015. *The Future of Solar Energy: An Interdisciplinary MIT Study*. 2015. 77 Massachusetts Ave, Cambridge, MA 02139, USA: Massachusetts Institute of Technology, 356 s. ISBN 978-0-928008-9-8.
- ŠÁLEK, Jan a kolektiv, 2012. *Voda v domě a na chatě: využití srážkových a odpadních vod*. Praha: Grada, 144 s. ISBN 978-80-247-3994-6.
- HLAVÁČ, Drahomír, 2008. *Historie obce Kněždub v 1. polovině 20. století*. Masarykova univerzita, Žerotínovo nám. 617/9, 601 77 Brno. Diplomová práce. Masarykova univerzita, Pedagogická fakulta, Katedra historie. Vedoucí práce Jaroslav Vaculík.
- PLHÁK, Jiří, 2016. *Komplexní hospodaření s vodou v objektu rodinného domu bez možnosti napojení na kanalizační síť*. Veverí 331/95, 602 00 Brno: Vysoké učení technické v Brně. Fakulta stavební. Dostupné také z: <http://hdl.handle.net/11012/57823>. Diplomová práce. Vysoké učení technické v Brně. Fakulta stavební. Ústav vodního hospodářství krajiny. Vedoucí práce Eva Hyánková.
- ZATKOVÁ, Miroslava, 2013. *Tepelná čerpadla ve vytápění*. Antonínská 548/1, 601 90 Brno. Diplomová práce. Vysoké učení technické v Brně, Fakulta stavební. Vedoucí práce Marcela Počinková.
- SHARMA, Shruti, Kamlesh Kumar JAIN a Ashutosh SHARMA, 2015. Solar Cells: In Research and Applications—A Review. *Materials Sciences and Applications* [online]. **06**(12), 1145-1155 [cit. 2019-01-18]. DOI: 10.4236/msa.2015.612113. ISSN 2153-117X. Dostupné z: <http://www.scirp.org/journal/doi.aspx?DOI=10.4236/msa.2015.612113>
- MOHAMMAD BAGHER, Askari, 2015. Types of Solar Cells and Application. *American Journal of Optics and Photonics* [online]. **3**(5) [cit. 2018-10-31]. DOI: 10.11648/j.ajop.20150305.17. ISSN 2330-8486.
- Computer EXTRA: chytrá domácnost*, 2018. CN Invest, **2018**(1/2018), 114 s.. ISSN 1210-8790.
- MATYÁŠEK, Jiří a Miloslav SUK, 2010. *Antropogeneze v geologii*. Brno: Elportál. ISSN 1802-128X.



## Webová stránka, web

- ČEZ Battery Box, *Skupina ČEZ* [online]. [cit. 2018-11-02]. Dostupné z: <https://www.cez.cz/cs/sluzby-pro-zakazniky/cez-battery-box/>
- Denně spotřebujeme necelých 89 litrů vody | ČSÚ, 2018. *Český statistický úřad | ČSÚ* [online]. 3. května 2018 [cit. 2018-10-21]. Dostupné z: <https://www.czso.cz/csu/czso/denne-spotrebujeme-necelych-89-litru-vody>
- KRÁSENSKÝ, Tomáš, 2018. Dešťová voda ... *Chatař & Chalupář ...* [online]. 11. 8. 2018 [cit. 2018-10-22]. Dostupné z: <http://www.chatar-chalupar.cz/destova-voda-nad-zlato/>
- ZILVAR, Jiří, 2018. Devatero trendů ve ... *Obnovitelná energie a úspory energie - TZB-info* [online]. 19.7.2018 [cit. 2018-10-31]. Dostupné z: <https://oze.tzb-info.cz/fotovoltaika/17653-devatero-trendu-ve-fotovoltaice-aneb-intersolar-2018>
- Fotovoltaika - Green ..., *Green Technology - obnovitelné zdroje, solární panely, bioplyn* [online]. [cit. 2018-10-29]. Dostupné z: <http://www.green-t.cz/fotovoltaika/#historie>
- HOSPODAŘENÍ S DEŠŤOVOU VODOU ..., *Představujeme Vám pohodlné a bezplatné nástroje pro publikování a sdílení informací.* [online]. [cit. 2018-10-21]. Dostupné z: <https://docplayer.cz/4604261-Hospodareni-s-destovou-vodou-jak-optimalne-resit-odvodneni-u-ruznych-typu-staveb.html>
- Jak funguje ..., *Česká tepelná čerpadla Brno ...* [online]. [cit. 2018-10-25]. Dostupné z: <http://www.tepelna-cerpadla-mach.cz/tepelna-cerpadla-pro-rodinne-domy/princip-tepelneho-cerpadla.php>
- Mapy.cz, *Mapy.cz* [online]. [cit. 2018-12-25]. Dostupné z: <https://en.mapy.cz/zakladni?x=15.6501000&y=49.4793000&z=11>
- Naše řešení: Solární ..., *Uložte energii ze solárních panelů do Virtuální baterie | E.ON Solar* [online]. [cit. 2018-11-02]. Dostupné z: <https://www.eon-solar.cz/nase-reseni>
- Obec Kněždub, *Obec Kněždub* [online]. [cit. 2018-12-25]. Dostupné z: <https://www.knezdub.cz/index1.html>
- Obnovitelné zdroje energie v roce 2017 | MPO, 2018. *Ministerstvo průmyslu a obchodu* [online]. 15.10.2018 [cit. 2018-10-27]. Dostupné z: <https://www.mpo.cz/cz/energetika/statistika/obnovitelne-zdroje-energie/obnovitelne-zdroje-energie-v-roce-2017--240725/>
- PHOTOVOLTAICS REPORT, 2018. *Forschen für die Energiewende - Fraunhofer-Institut für Solare Energiesysteme ISE - Fraunhofer ISE* [online]. 24.8.2018 [cit. 2018-10-29]. Dostupné z: <https://www.ise.fraunhofer.de/content/dam/ise/de/documents/publications/studies/Photovoltaics-Report.pdf>
- Portál ČHMÚ : Historická data : Počasí : Měsíční data, *Http://portal.chmi.cz/* [online]. [cit. 2018-12-26]. Dostupné z: <http://portal.chmi.cz/historicka-data/pocasi/mesicni-data#>
- Posouzení možnosti ..., *Voda, kanalizace - TZB-info* [online]. [cit. 2019-01-14]. Dostupné z: <https://voda.tzb-info.cz/tabulky-a-vypocty/105-posouzeni-moznosti-vyuziti-srazkove-vody>
- MELICHEROVÁ, Petra, Tomáš PRCHLÍK, Jülie JINDROVÁ a Kateřina ULČOVÁ, 2018. SOLÁRNÍ ELEKTRÁRNY. *ČVUT Fakulta strojní* [online]. [cit. 2018-10-28]. Dostupné z: [http://www1.fs.cvut.cz/stretech/2018/sbornik\\_2018/pdf/89.pdf](http://www1.fs.cvut.cz/stretech/2018/sbornik_2018/pdf/89.pdf)
- Solární systémy a jejich využití ..., *Pozorování Slunce / Pozorovanie Slnka* [online]. [cit. 2018-11-04]. Dostupné z: <http://pozorovanislunce.eu/slunce/energie-ze-slunce/vyuziti-slunecni-energie/solarni-systemy-a-jejich-vyuziti.html>
- DUFKA, Jaroslav a Zdeňka DŘEVOJÁNKOVÁ, 2018. Srážkové vody – 4. část | TOPIN. *TOPIN - Topenářství instalace* [online]. 2.3.2018 [cit. 2018-10-21]. Dostupné z: <http://www.topin.cz/clanky/srazkove-vody-4-cast-detail-3565>
- Systémy pro využití dešťové vody ..., *Výrobky z ...* [online]. [cit. 2018-10-22]. Dostupné z: <http://www.stavcentrum.cz/voda/#klece>

Teoretická část, *Publi.cz – platforma pro multimediální eBooky neboli mKnihy* [online]. [cit. 2018-10-20]. Dostupné z: <https://publi.cz/books/177/01.html>

Tepelná čerpadla ..., *Tepelná čerpadla AC Heating* [online]. [cit. 2018-10-25]. Dostupné z: <https://www.ac-heating.cz/tepelna-cerpadla/>

BUDÍN, Jan, 2015. Tepelná čerpadla – princip ... *OEnergetice.cz* [online]. 26. 3. 2015 [cit. 2018-10-25]. Dostupné z: <http://oenergetice.cz/teplarenstvi/tepelna-cerpadla/>

Topenáři ..., *Instalatéři EKOMPLEX - Instalátorské práce \_ Instalátér voda -kanalizace - plyn - topení* [online]. [cit. 2018-10-26]. Dostupné z: <http://www.topeni-topenari.eu/topeni/topidla-alternativni/tepelna-cerpadla.php>

SVARC, Jason, 2018. Top 10 Solar Panels ... *CLEAN ENERGY REVIEWS - Solar panels, Inverters and battery systems* [online]. 20.4.2018 [cit. 2018-10-31]. Dostupné z: <https://www.cleanenergyreviews.info/blog/2017/9/11/best-solar-panels-top-modules-review>

Úvod do termických ..., *Hlavní strana - CNE Czech Nature Energy, a. s.* [online]. [cit. 2018-11-04]. Dostupné z: <http://www.cne.cz/solarni-ohrev-vody/uvod-do-termickych-systemu/>

ZILVAR, Jiří, 2018. *V ČR už funguje net metering ...* [online]. 2018, 7.6.2018 [cit. 2018-11-02]. Dostupné z: <https://oze.tzb-info.cz/fotovoltaika/17459-v-cr-uz-funguje-net-metering-pro-koncove-zakazniky-jen-se-mu-tak-nerika>

Virtuální baterie | S-POWER, *Virtuální baterie | S-POWER* [online]. [cit. 2018-11-02]. Dostupné z: [https://www.virtualnibaterie.cz/?gclid=EAIaIQobChMIlamdw9m13gIVxp3tCh2C2wlwEAAY-ASAAEgKcRfD\\_BwE](https://www.virtualnibaterie.cz/?gclid=EAIaIQobChMIlamdw9m13gIVxp3tCh2C2wlwEAAY-ASAAEgKcRfD_BwE)

Vodovody, kanalizace a vodní toky - 2017 | ČSÚ, *Český statistický úřad \_ ČSÚ.html* [online]. [cit. 2018-10-20]. Dostupné z: <https://www.czso.cz/documents/10180/61546960/2800211801.pdf/ae024de-d277-42a1-9bbe-f13126592216?version=1.0>

Vynález mění dešťovou vodu na pitnou ..., *Česká věda do světa* [online]. [cit. 2018-10-21]. Dostupné z: <http://ceskavedadosveta.cz/vynalez-meni-destovou-vodu-na-pitnou-muze-pomoci-arabskym-zemim/>

*Czech Energy Team ...* [online], [cit. 2019-03-14]. Dostupné z: <https://czechenergyteam.cz/>

*... Fraunhofer Institute for Solar Energy ...* [online], [cit. 2018-10-28]. Dostupné z: <https://www.ise.fraunhofer.de/en.html>

*Home - Nicoll ...* [online], [cit. 2019-03-14]. Dostupné z: <http://www.nicoll.cz/>

*Internet ...* [online], [cit. 2019-01-19]. Dostupné z: <https://www.kaza.cz/>

*Knezdub.net ...* [online], [cit. 2019-01-19]. Dostupné z: <http://www.knezdub.net/>

*LIBLI - Blíž k sobě* [online], [cit. 2019-01-19]. Dostupné z: <https://libli.cz/>

*O2 | Mobilní ...* [online], [cit. 2019-01-19]. Dostupné z: <https://www.o2.cz/osobni/>

*Profesionální chytrá domácnost | Loxone Smart Home* [online], [cit. 2018-11-04]. Dostupné z: <https://www.loxone.com/cscz/>

*Solteq.eu* [online], [cit. 2019-03-14]. Dostupné z: <http://www.solteq.eu/>

*Tepelná čerpadla IVT ...* [online], [cit. 2019-03-14]. Dostupné z: <https://www.cerpadla-ivt.cz/>

*Tepelná čerpadla NIBE ...* [online], [cit. 2019-03-14]. Dostupné z: <https://www.nibe.cz/cs>

*Vesnet.cz* [online], [cit. 2019-01-19]. Dostupné z: <http://vesnet.cz/>

## Příspěvek, obrázek na webu

- Atlantis Energy System, In: *WORLD TECHNOLOGY \_\_ SUNSLATES . MEGASLATES . SOLAR-GLAZING* [online]. [cit. 2018-10-30]. Dostupné z: <http://www.sunslates.net/grp.html>
- Bednářství Fryzelka |, In: *Bednářství Fryzelka |* [online]. [cit. 2018-10-21]. Dostupné z: [http://www.bednarstvi-jf.cz/sites/default/files/styles/large/public/clanek/img\\_6522.jpg?itok=gRM-wXDj](http://www.bednarstvi-jf.cz/sites/default/files/styles/large/public/clanek/img_6522.jpg?itok=gRM-wXDj)
- Bezpečnostní tabulky a ...html, In: *ReSit, s.r.o..html* [online]. [cit. 2018-10-20]. Dostupné z: [Bezpečnostní tabulky a samolepky - Zákazové - Užitková voda \\_ ReSit, s.r.o..html](http://www.resit.cz/Bezpečnostní%20tabulky%20a%20samolepky%20-%20Zákazové%20-%20Užitková%20voda%20_%20ReSit,%20s.r.o..html)
- CURRENT STATUS OF CPV, In: *Forschen für die Energiewende - Fraunhofer-Institut für Solare Energiesysteme ISE - Fraunhofer ISE* [online]. [cit. 2018-10-31]. Dostupné z: <https://www.ise.fraunhofer.de/content/dam/ise/de/documents/publications/studies/cpv-report-ise-nrel.pdf>
- Energetické piloty, In: *Geotermální energie a tepelná čerpadla / GEROTop.cz* [online]. [cit. 2018-10-27]. Dostupné z: <https://www.gerotop.cz/energeticke-piloty>
- Fotovoltaické panely ..., In: *Nejvíce informací o stavebnictví v ČR \_ Stavebnictvi3000.cz* [online]. [cit. 2018-10-30]. Dostupné z: <http://www.stavebnictvi3000.cz/clanky/fotovoltaicke-panely-tegosolar/>
- IBC SOLAR Mounting Systems, In: *IBC SOLAR South Africa* [online]. [cit. 2018-10-30]. Dostupné z: <https://www.abc-solar.co.za/solar-installers/abc-solar-mounting-systems/>
- Joel Jean - Research, In: *Joel Jean - Home* [online]. [cit. 2018-10-30]. Dostupné z: <http://www.joeljean.com/research.html>
- Kněždub - znak, ..., In: *Kurzy měn, akcie, komodity, zákony, zaměstnání - Kurzy.cz* [online]. [cit. 2018-12-25]. Dostupné z: <https://www.kurzy.cz/obec/knezdub/symboly/>
- Olifsource.com, In: *Olifsource.com* [online]. [cit. 2018-11-02]. Dostupné z: <http://energy-box.olife-energy.com/cs/how-it-work/>
- Perovskite ..., In: *ScienceDirect.com | Science, health and medical journals, full text articles and books.* [online]. [cit. 2019-01-18]. Dostupné z: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1364032117307311#f0005>
- Perovskite solar ..., In: *Perovskite Info | The Perovskite Experts* [online]. [cit. 2019-01-18]. Dostupné z: <https://www.perovskite-info.com/perovskite-solar>
- PITNÁ VODA 2 ....html, In: *StudioJaro - ....html* [online]. [cit. 2018-10-20]. Dostupné z: <http://www.piktogramy-reklamni-predmety.cz/informacni-cedule/403-pitna-voda-2-informacni-cedule.html>
- Platio integrates solar ..., In: *New Atlas - New Technology & Science News* [online]. [cit. 2018-10-29]. Dostupné z: <https://newatlas.com/platio-photovoltaic-solar-panel-paving/50549/#p473676>
- Portál ČHMÚ : Historická data ..., In: *Portál ČHMÚ : Home* [online]. [cit. 2018-12-26]. Dostupné z: <http://portal.chmi.cz/historicka-data/pocasi/mapy-charakteristik-klimatu#>
- Renewable ..., In: *SlidePlayer - Upload and Share your PowerPoint presentations* [online]. [cit. 2019-01-18]. Dostupné z: <https://slideplayer.com/slide/7246825/>
- Shallow geothermal ..., 2016. In: *Iter-geo.eu – Project* [online]. 27.1.2016 [cit. 2018-10-26]. Dostupné z: <http://iter-geo.eu/shallow-geothermal-systems-how-extract-inject-heat-into-ground/>
- Solar Cell, definition ..., In: *Http://www.aslansolar.com/* [online]. [cit. 2019-01-18]. Dostupné z: <http://www.aslansolar.com/vs/solar-cell-definition-types-constitution>
- SOLÁRNÍ ENERGIE, In: *Skupina ČEZ* [online]. [cit. 2018-11-04]. Dostupné z: <https://www.cez.cz/edee/content/microsites/solarni/k22.htm>
- Solar Photovoltaic, ETI, In: *Energy Transition Institute (ETI) Home* [online]. [cit. 2019-01-18]. Dostupné z: <http://www.energy-transition-institute.com/Insights/SolarPhotovoltaic.html>

Technology\_Comparison\_PV\_NA, In: *Femtosecond laser products from Del Mar Photonics* [online]. [cit. 2018-10-29]. Dostupné z: [http://www.dmphotonics.com/Solar\\_technologies/Technology\\_Comparison\\_PV\\_NA.pdf](http://www.dmphotonics.com/Solar_technologies/Technology_Comparison_PV_NA.pdf)

Tepelné čerpadlo vzduch vzduch, In: *Tepelná čerpadla - topení levně!* [online]. [cit. 2018-10-27]. Dostupné z: <http://www.klimatizace-čerpadla.cz/tepelna-čerpadla-vzduch-vzduch/>

Teplovzdušné kolektory, In: *Klimatizácia a kúrenie domu* [online]. [cit. 2018-11-04]. Dostupné z: <http://klimatizaciakureniedomu.blogspot.com/2017/03/teplovzdušne-kolektory.html>

Topenáři ..., In: *Instalatéři EKOMPLEX - Instalatéřské práce \_Instalatér voda -kanalizace - plyn - topení* [online]. [cit. 2018-10-26]. Dostupné z: <http://www.topeni-topenari.eu/topeni/topidla-alternativni/tepelna-čerpadla/zeme-voda.php>

Types of ..., In: *ResearchGate | Share and discover research* [online]. [cit. 2019-01-18]. Dostupné z: [https://www.researchgate.net/figure/Types-of-solar-cell-1\\_fig2\\_265692927](https://www.researchgate.net/figure/Types-of-solar-cell-1_fig2_265692927)

Typy tepelných ..., In: *Hlavní stránka | ePavelek - vše pro úsporu energií* [online]. [cit. 2018-10-26]. Dostupné z: <http://www.pavelek.cz/typy-tepelnych-čerpadel/>

Výrobky z ..., In: *Výrobky z umělého kamene, betonu a plastu pro dům a zahradu* [online]. [cit. 2018-10-21]. Dostupné z: [http://www.stavcentrum.cz/images/voda/vsak/vsak2\\_v.jpg](http://www.stavcentrum.cz/images/voda/vsak/vsak2_v.jpg)

Window Blinds ..., In: *Return to Now* [online]. [cit. 2018-10-29]. Dostupné z: <https://returntonow.net/2018/07/24/window-blinds-double-as-solar-panels/>

240\_F\_ ..., In: *240\_F\_214594581\_YBa3qbjE3eh0elw1Y367neGIc1d9AkfY* [online]. [cit. 2018-10-27]. Dostupné z: [https://t4.ftcdn.net/jpg/02/14/59/45/240\\_F\\_214594581\\_YBa3qbjE3eh0elw1Y367ne-GIc1d9AkfY.jpg](https://t4.ftcdn.net/jpg/02/14/59/45/240_F_214594581_YBa3qbjE3eh0elw1Y367ne-GIc1d9AkfY.jpg)

404 » SIEA, In: *SIEA - Slovenská inovačná a energetická agentúra* [online]. [cit. 2018-11-04]. Dostupné z: [https://www.siea.sk/letaky\\_1/c-259/ako-vybrat-slnečný-kolektor/](https://www.siea.sk/letaky_1/c-259/ako-vybrat-slnečný-kolektor/)

[online], In: . [cit. 2018-10-27]. Dostupné z: <http://www.pavelek.cz/typy-tepelnych-čerpadel/>