

**Česká zemědělská univerzita v Praze**

**Technická fakulta**

**Katedra mechaniky a strojnictví**



## **Bakalářská práce**

**Návrh fotovoltaické elektrárny s výkonem do 10 kW pro  
rodinný dům**

**Milan Spěvák**

© 2023 ČZU v Praze

# ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE

Technická fakulta

## ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

Milan Spěvák

Procesní inženýrství  
Technologická zařízení staveb

Název práce

**Návrh fotovoltaické elektrárny s výkonem do 10kW pro rodinný dům**

Název anglicky

**Design of a photovoltaic power plant for a family house with an output of up to 10 kW**

---

### Cíle práce

Navrhnout instalaci fotovoltaické elektrárny s výkonem do 10kW pro rodinný dům. Popsat postupy a požadavky pro připojení do distribuční soustavy v souladu s legislativními předpisy. Práce bude obsahovat výkresově zpracovaný technický návrh fotovoltaické elektrárny a ekonomické zhodnocení instalace.

### Metodika

- Seznámit se s problematikou fotovoltaické elektrárny a současných platných předpisů
- Popsat režimy provozu fotovoltaické elektrárny podmínky provozovatelů distribučních soustav pro připojení k síti.
- návrh fotovoltaické elektrárny – rozmístění PV panelů, volba PV měniče, rozváděče, technická dokumentace k elektroinstalaci.
- Provést ekonomické zhodnocení instalace.

### Pozn.:

- struktura práce: Úvod, Materiál a metody, Výsledky, Diskuse, Závěr. V pracích rešeršního charakteru lze sloučit Materiál a metody s Výsledky a stejně tak Diskusi se Závěrem.
- jednotlivé kapitoly a podkapitoly práce, rovnice, tabulky a obrázky je nutno číselně označovat a na toto značení se v textu odkazovat. Nedílnou součástí práce je Obsah, Abstrakt, Seznam použitých zkratk a symbolů, obrázků, tabulek a Seznam použité literatury.
- je nezbytné respektovat citační pravidla dle ČSN ISO 690:2011
- vedoucího práce je nutno čtvrtletně seznamovat s postupem zpracování zadaného tématu

**Doporučený rozsah práce**

40 stran textu včetně obrázků, grafů a tabulek

**Klíčová slova**

Fotovoltaická výrobní, distribuční soustava, PV panel

---

**Doporučené zdroje informací**

HALLER, A. – HUMM, O. – VOSS, K. – TYWONIAK, J. *Solární energie : využití při obnově budov*. Praha: Grada, 2001. ISBN 80-7169-580-7.

Haselhuhn R.: *Fotovoltaika: budovy jako zdroj proudu*, Ostrava : HEL, 2011. ISBN: 978-80-86167-33-6.

LIBRA, M. – POULEK, V. *Fotovoltaika : teorie i praxe využití solární energie*. Praha: ILSA, 2009. ISBN 978-80-904311-0-2.

MURTINGER, K. – TRUXA, J. *Solární energie pro váš dům*. Brno: Computer Press, 2010. ISBN 978-80-251-3241-8.

---

**Předběžný termín obhajoby**

2022/2023 LS – TF

**Vedoucí práce**

doc. Ing. Martin Polák, Ph.D.

**Garantující pracoviště**

Katedra mechaniky a strojnictví

---

Elektronicky schváleno dne 29. 1. 2021

**doc. Ing. Pavel Neuberger, Ph.D.**

Vedoucí katedry

---

Elektronicky schváleno dne 10. 2. 2021

**doc. Ing. Jiří Mašek, Ph.D.**

Děkan

V Praze dne 03. 01. 2023

## **Čestné prohlášení**

Prohlašuji, že svou bakalářskou práci „Návrh fotovoltaické elektrárny s výkonem do 10 kW pro rodinný dům“ 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 .....

.....



## **Poděkování**

Tímto bych chtěl poděkovat vedoucímu této bakalářské práce panu doc. Ing. Martinu Polákovi, Ph. D. za odbornou pomoc, cenné rady, připomínky a jeho čas při psaní této bakalářské práce. Nesmím také opomenout kolegy z oddělení projekce firmy, kteří se mi ochotně věnovali a poskytovali mi podklady, především normy.

**Abstrakt:** Bakalářské práce se zabývá návrhem fotovoltaické elektrárny s výkonem do 10 kW pro rodinný dům. V teoretické části práce je popsána historie fotovoltaických elektráren, je rozebrán princip funkce fotovoltaických článků a popis jednotlivých komponentů fotovoltaické elektrárny. V praktické části je navržena fotovoltaická elektrárna pro rodinný dům nacházející se v obci Chrustenice v okrese Beroun a její ekonomické zhodnocení.

**Klíčová slova:** Fotovoltaická elektrárna, distribuční soustava, PV panel, přepět'ová ochrana.

### **Design of a photovoltaic power plant with an output of up to 10 kW for a family house**

**Summary:** The bachelor thesis concerns the design of a photovoltaic power plant with an output of up to 10 kW for a family house. In the theoretical part of the thesis the history of photovoltaic power plants is described, the principle of photovoltaic cells function and the description of individual components of the photovoltaic power plant is discussed. In the practical part, the actual photovoltaic power plant for a family house located in Chrustenice in the Beroun district and its economic evaluation is proposed.

**Key words:** Photovoltaic power plant, distribution system, PV panel, surge protection.

# Obsah

1	Úvod.....	1
1.1	Historie.....	1
1.2	Obnovitelné zdroje energie .....	2
1.2.1	Sluneční energie .....	2
2	Fotovoltaická elektrárna.....	3
2.1	Fotovoltaický jev .....	3
2.1.1	Fotovoltaické panely .....	3
2.1.2	Nosná konstrukce .....	5
2.1.3	Akumulátory .....	5
2.1.4	Střídače .....	7
3	Distribuční soustava .....	9
3.1	Hromadné dálkové ovládání .....	9
3.2	Distribuce v České republice .....	9
3.3	Energetický regulační úřad .....	10
3.3.1	Provozovatelé distribuční soustavy .....	11
3.4	Žádost o připojení .....	12
4	Připojení výroby.....	13
4.1	Výroby s výkonem 10kW, 20kW .....	13
4.2	Ochrana výroby.....	14
4.3	Podpora sítě.....	15
4.4	Dálkové řízení výroben.....	16
4.5	Způsob provozu FVE.....	16
4.5.1	Ostrovní provoz (Off grid) .....	17
4.5.2	Provoz s distribuční soustavou .....	17
4.5.3	Hybridní provoz.....	18
4.6	Přetoky a přebytky .....	19
4.6.1	Wattrouter .....	19
4.7	Asymetrie výkonu.....	20
4.7.1	Smart meter .....	20
4.8	Microgrid .....	20
5	Nová zelená úsporám (NZÚ) .....	21
6	Instalace fotovoltaických panelů.....	22
6.1	Sklon a orientace panelů.....	22
7	Návrh FVE .....	23
7.1	Popis stávajícího stavu.....	23

7.2	Parametry fotovoltaické elektrárny.....	23
7.2.1	Fotovoltaické panely .....	23
7.2.2	Fotovoltaický měnič .....	25
7.2.3	Akumulátorové úložiště.....	25
7.2.4	Napěťová soustava: .....	25
7.2.5	Ochrana před úrazem elektrickým proudem .....	26
7.2.6	Energetická bilance.....	26
7.3	Připojení fotovoltaické elektrárny.....	27
7.3.1	Ochrana rozpadového místa fotovoltaické elektrárny .....	27
7.3.2	Úroňové řízení činného výkonu .....	28
7.4	Identifikace fotovoltaické elektrárny .....	28
7.5	Ochrana proti zkratu a přetížení.....	28
7.6	Uzemnění a hlavní ochranné pospojování .....	29
7.7	Rozvaděče objektu .....	29
7.8	Způsob provedení kabelových rozvodů .....	30
7.9	Ochrana před bleskem .....	31
7.10	Bezpečnost při realizaci a při užívání .....	31
8	Ekonomické zhodnocení .....	32
8.1	Provoz výroby .....	32
8.2	Doba návratnosti .....	33
9	Závěr.....	37
10	Seznam použitých zdrojů.....	38
11	Seznam příloh .....	44
12	Příloha 1. – Schéma napájení .....	45
13	Příloha 2. – Schéma rozvaděče RFVE.....	46
14	Příloha 3. – Schéma rozvaděče RPV .....	52
15	Příloha 4. – Schéma boxu MUGB .....	55
16	Příloha 5. – Schéma rozvaděče RE.....	58

## Seznam tabulek

TABULKA 1 VÝKONOVÉ KATEGORIE VÝROBEN .....	13
TABULKA 2 ROZVADĚČE V OBJEKTU .....	29
TABULKA 3 ROZLIŠENÍ SEGREGAČNÍCH SKUPIN KABELŮ S OZNAČENÍM DLE ČSN EN 81346-2 .....	30
TABULKA 5 CENA INSTALACE .....	34

## Seznam obrázků

OBRÁZEK 1 LOGO OBNOVITELNÝCH ZDROJŮ .....	2
OBRÁZEK 2 FOTOVOLTAICKÝ JEV .....	3
OBRÁZEK 3 FUNKCE HALF-CELL .....	4
OBRÁZEK 4 POLYKRystalický PANEL .....	4
OBRÁZEK 5 AMORFNÍ PANEL .....	5
OBRÁZEK 6 NOSNÁ KONSTRUKCE PANELŮ .....	5
OBRÁZEK 7 DC VS AC COUPLING .....	6
OBRÁZEK 8 SCHÉMA SOUČÁSTÍ FVE .....	7
OBRÁZEK 9 SCHÉMA ROZVODNÉ SÍTĚ .....	9
OBRÁZEK 10 MAPA ROZDĚLENÍ DISTRIBUTORŮ .....	11
OBRÁZEK 11 OZNAČENÍ UPOZORŇUJÍCÍ NA VÝSKYT FOTOVOLTAICKÉ INSTALACE NA BUDOVĚ .....	14
OBRÁZEK 12 SCHÉMA ZAPOJENÍ OSTROVNÍHO REŽIMU .....	17
OBRÁZEK 13 SCHÉMA ZAPOJENÍ FOTOVOLTAICKÉ ELEKTRÁRNY DO DISTRIBUČNÍ SÍTĚ .....	18
OBRÁZEK 14 SCHÉMA ZAPOJENÍ HYBRIDNÍHO REŽIMU .....	18
OBRÁZEK 15 INSTALACE PANELŮ NA ŠIKMOU STŘECHU .....	22
OBRÁZEK 16 ORIENTACE PANELŮ .....	22
OBRÁZEK 17 VÝŠE PODPORY PRO PODOBLAST C3 .....	32
OBRÁZEK 18 VÝPOČTOVÝ PROGRAM NZÚ – INFORMACE O OBJEKTU .....	35
OBRÁZEK 19 VÝPOČTOVÝ PROGRAM NZÚ - INFORMACE O INSTALACI .....	36

## Seznam grafů

GRAF 1 MĚSÍČNÍ VYROBENÁ A SPOTŘEBOVANÁ ENERGIE .....	33
--	----

## Seznam zkratek

SE	Silnoproudá Elektrotechnika
RD	Rodinný dům
MET	Hlavní ochranná přípojnice ( <i>main earthing terminal</i> ), která je součástí uzemňovací soustavy instalace, umožňující elektrické spojení několika vodičů za účelem uzemnění (dříve se tato přípojnice značila HOP.)
SPD	Přepět'ové ochranné zařízení ( <i>surge protective device</i> )
DPS	Dokumentace pro provedení stavby
FV	Fotovoltaický

FVE	Fotovoltaická elektrárna
PV modul	PV modul ( <i>PV module</i> ) nejmenší komplet vzájemně spojených základních PV prvků
PV string	PV řetězec ( <i>PV string</i> ) obvod složený z jednoho nebo více PV modulů, zapojených do série
PV pole	PV pole ( <i>PV array</i> ) sestava elektricky propojených PV modulů, PV řetězců, částí PV polí a PV polí, elektricky propojených slučovacími boxy
DS	Distribuční soustava
PDS	Provozovatel distribuční soustavy
P4 PPDS	Pravidla pro provozování distribučních soustav Příloha 4 - Pravidla pro paralelní provoz výroben a akumulčních zařízení se sítí provozovatele distribuční soustavy
TPP	Technické podmínky připojení k žádosti o připojení
HDO	Hromadné dálkové ovládání
DC	Stejnsměrný proud
AC	Střídavý proud
V	Volty
A	Ampéry
L1; L2; L3	Fázový vodič
IT	Rozvodná síť
PEN	Vodič ochranného uzemnění a zároveň nulový
PE	Vodič ochranného uzemnění
N	Nulový vodič
TN-C-S	Síť, ve které vodič PEN plní současně funkci středního (pracovního) a ochranného vodiče a poté se rozděluje na PE a N
TN-S	Síť, ve které jsou ochranný vodič PE a střední pracovní vodič N vedeny samostatně (odděleně)
TN-C	Síť TN, ve které vodič PEN plní současně funkci středního (pracovního) a ochranného vodiče
PPDS	Pravidla pro provozování distribučních soustav
kWp	Kilo Watt-peak je míra nominálního (jmenovitého, špičkového) výkonu solárního panelu v laboratorních (ideálních) světelných podmínkách.
RFVE	Rozvaděč fotovoltaiky
RPV	Rozvaděč fotovoltaických panelů
MUGB	Box akumulátorů

# 1 Úvod

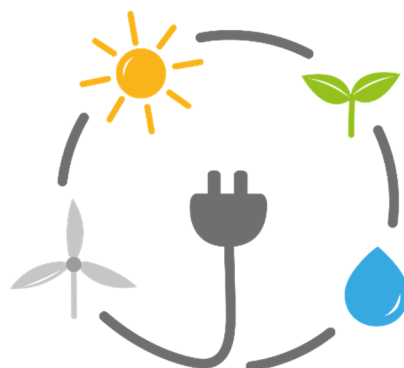
Cílem práce je navrhnout instalaci fotovoltaické elektrárny s výkonem do 10kW pro rodinný dům. Popsat postupy a požadavky pro připojení do distribuční soustavy v souladu s legislativními předpisy. Práce je rozdělena na teoretickou a praktickou část. Teoretická část se věnuje principu přeměny sluneční energie na elektrickou, principu fungování distribuční soustavy, jednotlivým komponentům fotovoltaické elektrárny, požadavkům na připojení výroby do distribuční soustavy, dotačnímu programu Nová zelená úsporám a způsobům provozování fotovoltaických elektráren. Také se v této části setkáme se zařízeními pro využití přetoků a přebytků. Praktická část se zabývá návrhem fotovoltaické elektrárny do 10 kWp (mikrozdroje) pro rodinný dům. Budou zde použity komponenty pro návrh, zajištění ochrany proti nežádoucím účinkům, ekonomické zhodnocení a doba návratnosti. Práce zahrnuje výkresovou dokumentaci. Ta bude obsahovat výkresy jednotlivých rozvaděčů (RFVE – rozvaděč fotovoltaiky, RE – elektroměrový rozvaděč, RPV – rozvaděč fotovoltaických panelů, BOX\_MUGB – box pro akumulátory) a celkové schéma napájení FVE.

## 1.1 Historie

Historie fotovoltaiky začala objevením fotoelektrického jevu v roce 1876. Montáž fotovoltaické elektrárny se uskutečnila až o století později. Objevitel fotoelektrického jevu je Heinrich Hertz. Roku 1887 si všiml, že ultrafialové záření, které použil na ozáření jiskřiště, usnadňuje přeskok jiskry, to znamená přenos elektrického náboje mezi elektrodami. V roce 1904 Albert Einstein popsal vlastní podstatu fotoelektrického jevu a za tento objev dostal Nobelovu cenu. [1] Objevitel fotovoltaického jevu je Alexandre Edmond Becquerel. Fotoelektrický jev vzniká, pokud na kovovou plochu dopadá světlo, které pak vyrazí z jeho povrchu elektrony kvůli záření. Každý kov má určitou minimální frekvenci dopadajícího světla, při níž dochází ke vzniku fotoelektrického jevu. Čím větší frekvence dopadajícího světla, tím větší kinetická energie elektronů uvolněných z materiálu. Fotoelektrický jev se využívá u rentgenových lamp. Rentgenové snímky vznikají pomocí obráceného fotoelektrického jevu, který vzniká, pokud na látku dopadají elektrony a vyzařují fotony (foton je kvantum energie elektromagnetického vlnění). Fotovoltaický jev je jednou z forem vnitřního fotoelektrického jevu. [2]

## 1.2 Obnovitelné zdroje energie

Obnovitelné zdroje energie se v lidském časovém měřítku přirozeně obnovují. Logo obnovitelných zdrojů můžeme vidět na obrázku č. 1. Jako hlavní obnovitelné zdroje jsou sluneční záření, vítr, energie vodních toků a geotermální teplo. Opakem jsou neobnovitelné zdroje energie. To jsou zdroje, které se neobnovují v časovém lidském měřítku, a tudíž jsou vyčerpitelné, jako jsou například fosilní paliva.



Obrázek 1 Logo obnovitelných zdrojů

Obnovitelné zdroje energie se používají především k výrobě elektřiny, při vytápění, chlazení a v dopravě. [3]

Mezi hlavní obnovitelné zdroje patří: Větrná energie

Vodní energie

Sluneční energie [3]

### 1.2.1 Sluneční energie

Drtivá většina obnovitelných zdrojů má svůj základ ve sluneční energii. Sluneční energie vzniká jadernými přeměnami v nitru Slunce. Pro přeměnu světelné energie na energii elektrickou se využívají solární články. [4]

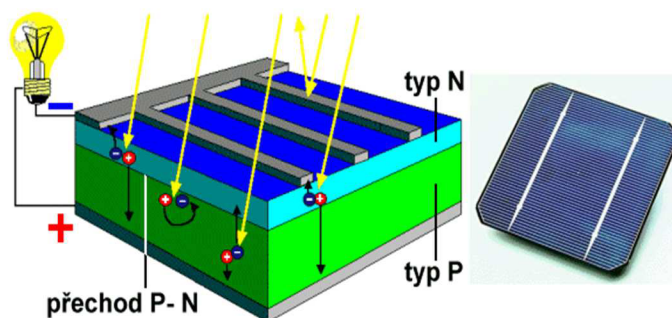


## 2 Fotovoltaická elektrárna

Fotovoltaická elektrárna využívá sluneční záření a patří mezi obnovitelné zdroje energie. Jedná se o přímou přeměnu slunečního záření na elektrickou energii. Sluneční záření dopadá na solární články, které jsou obvykle spojovány do větších celků (solární panel). Fotovoltaická elektrárna se skládá z fotovoltaických panelů, ze střídače, z akumulátorů, ochranných prvků a nosné konstrukce. Jako ochranné prvky se využívají jističe nebo pojistky proti zkratu a přepětové ochrany proti úderu blesku. [5]

### 2.1 Fotovoltaický jev

„Solární článek je v zásadě velkoplošná polovodičová dioda, na jejíž přechod PN dopadá světlo. Základem je plátek krystalického křemíku typu P. Na horní ploše se difuzí fosforu vytváří vrstva polovodiče typu N. Ve vrstvě typu N je přebytek záporných elektronů a ve vrstvě typu P je jejich nedostatek, který se projevuje jako kladné "díry". Mezi oběma vrstvami vznikne přechod PN, zabraňující volnému přechodu elektronů z místa jejich nadbytku do místa jejich nedostatku (viz. obr. 2). Na přechodu PN se vytvoří elektrická bariéra. Dopadá-li světlo na povrch fotočlánku, předávají fotony svou energii atomům v krystalové mřížce křemíku a uvolňují z ní elektrony. Přechod PN způsobí, že elektrony uvolněné v horní vrstvě polovodiče N nemohou přecházet do vrstvy P a nahromadí se, ve vrstvě N. Elektrony uvolněné světlem ve vrstvě P mohou přes přechod PN přecházet do vrstvy N a počet elektronů se v ní dále zvyšuje. Nahromaděním volných elektronů vznikne mezi horní a spodní vrstvou elektrické napětí o velikosti kolem 0,6 V.“ [6]



Obrázek 2 Fotovoltaický jev

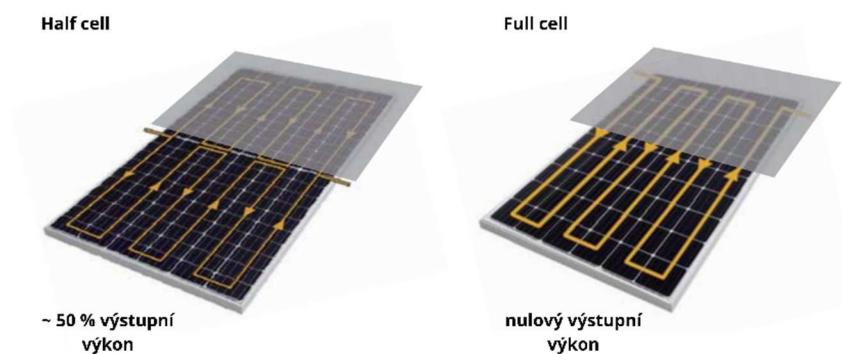
#### 2.1.1 Fotovoltaické panely

Panely pro fotovoltaickou elektrárnu se skládají z fotovoltaických článků. Lze je zapojit buď paralelně, nebo do série. Výkon panelů se udává ve Watt peak (Wp). Tyto jednotky stanovují hodnotu výkonu za ideálních podmínek, což je světelné záření, které směřuje kolmo na panel. Elektrárna o výkonu 1 kWp vyrobí přibližně 980 kWh elektrické energie ročně. Používané nominální napětí panelů je 12V, 24 V nebo méně často 48 V. Samotné panely jsou

vybaveny ochranným rámem, který je buď z hliníku, nebo duralu a jsou kryté tvrzeným sklem. Ty chrání panely před povětrnostními podmínkami. Před mechanickým poškozením chrání další vrstva, která se nachází mezi články a tvrzeným sklem. Tato vrstva může být například světlopropustný gel Ethylen-vinyl acetát (EVA). Výrobci udávají životnost panelů 25 let se zárukou, že po 10 letech neklesne účinnost pod 90% a po 25 letech pod 80%. Panely jsou buď polykrystalické, monokrystalické nebo amorfní. Jejich rozdíl je ve vlastnostech, v účinnosti a v ceně. [7]

### 2.1.1.1 Monokrystalické panely

Mají vysokou účinnost při ideálních podmínkách. Účinnost se pohybuje v rozmezí 14-18 %. Dodávají energii efektivně, stačí pokrýt menší plochu střechy, abychom vytvořili požadované množství elektřiny. Tento typ panelů vyžaduje pro vytváření elektrické energie přímé světlo ze slunce, to znamená, že při zatažené obloze vytvoří minimum energie. Pořizovací cena je vyšší než u ostatních typů panelů. Existují také takzvané monokrystalické half-cell panely. Half-cell znamená, „že se na stejné ploše nachází dvojnásobné množství článků“. [8] Tato technologie se využívá pro snížení ztrát kvůli zastíněním. Pokud u panelů s celými články dojde k zastínění poloviny panelu, přestane vyrábět elektřinu. U panelů s technologií Half-cell zastínění poloviny nevede, protože všechny články nejsou spojeny v jeden celek (viz. obr. 3). [7, 8, 9]



Obrázek 3 Funkce Half-cell

### 2.1.1.2 Polykrystalické panely

Mají menší účinnost než panely monokrystalické cca 12-17 %. Poznáme je podle tvaru, který je obdélníkový s kontaktní mřížkou (viz. obr. 4). K výrobě elektřiny nevyžadují přímé osvětlení, tudíž dokáží vytvářet elektrickou energii při zatažené obloze, z rozptýleného světla. Používají se na místech, kde nelze



Obrázek 4 Polykrystalický panel

instalovat panely podle ideální orientace. Jedná se o ekonomicky výhodnější typ oproti monokrystalickým panelům [7]

### 2.1.1.3 Amorfnní panely

Mají podstatně nižší účinnost, než panely monokrystalické a polykrystalické v rozmezí 7-9 %. Pro dosažení stejné účinnosti jako u předešlých typů, je potřeba pokrýt minimálně dvojnásobek plochy. Při výrobě se malá vrstva křemíku nanáší na plastovou fólii nebo na sklo. Kvůli citlivosti amorfnní panely fungují lépe na podzim nebo v zimě, protože dokáží využít rozptýlené světlo na výrobu elektřiny. To znamená že fungují lépe, když je méně slunečního svitu. Na obrázku č. 5 můžeme vidět provedení amorfnního panelu. [7]



*Obrázek 5 Amorfnní panel*

### 2.1.2 Nosná konstrukce

Nosná konstrukce slouží k instalaci a orientaci fotovoltaických panelů v místě použití. Může být umístěná na zemi (viz obr. 6), nebo na budovách, např. na střeše. Musí být spojena pevně se zemí závrtnými šrouby, pozinkovanými profily zatlačenými do země nebo betonovými základy. Mezi rámem panelu a plochou, na které je konstrukce umístěna, musí být ventilační mezera alespoň 5 cm. [10]



*Obrázek 6 Nosná konstrukce panelů*

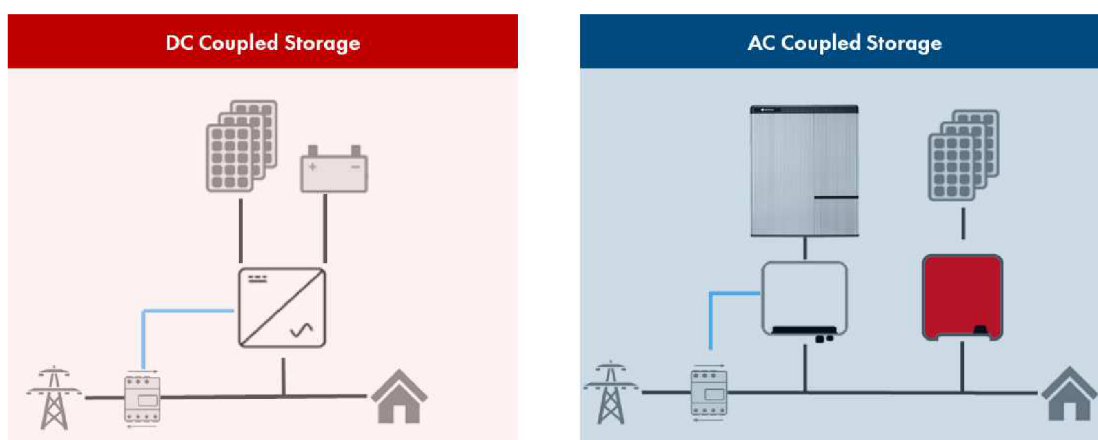
### 2.1.3 Akumulátory

Akumulátory umožňují uchovávat získanou elektrickou energii z fotovoltaických panelů, která se může využít později. Můžeme čerpat elektrickou energii ze slunečního svitu celý den po celý rok. Druhy se liší materiálem, kapacitou a dalšími parametry. Kapacity akumulátorů se udávají v kilowatthodinách (kWh). Používají se akumulátory, které mají vyšší kapacitu, protože se akumulátory méně opotřebují, když se využívá menší část z jejich celkové

kapacity. Nejčastější akumulátory jsou olovněné a lithium-iontové, které se rozdělují na další typy akumulátorů. Existují dva druhy zapojení, buď DC-Coupling a AC-Coupling. [11]

DC-Coupling se používá u hybridních měničů. Fotovoltaické panely a akumulátory jsou připojeny ke stejnému měniči. Elektrická energie putuje z panelů do měniče a z měniče putuje do akumulátorů. (viz. obr. 7)

AC-Coupling je zapojení akumulátoru a jeho měniče přímo na střídavý proud. Energie z fotovoltaických panelů se totiž generuje v DC podobě, což je stejnosměrný proud. Následně je díky fotovoltaickému měniči přeměněna na AC energii. Akumulátorový měnič i fotovoltaický střídač jsou zapojeny do stejné sítě (viz. obr. 7). [12]



Obrázek 7 DC vs AC coupling

### Olovněné akumulátory

V minulosti byly olovněné akumulátory velmi rozšířené, díky jejich nízké ceně. Nevýhodou je krátká životnost a u starších typů se musí provádět pravidelná údržba, například dolévání elektrolytu. Využívají jen polovinu své kapacity, protože není možné je vybit pod 50%. [13, 11]

### Lithium-iontové akumulátory

Tento typ patří mezi nejvíce používané. Jsou dražší než jiné typy. Jsou nepoškoditelné takzvaným přebitím nebo hlubokým vybitím. Velmi vysoká hustota energie – 200 Wh/kg, 530 Wh/l – třikrát vyšší hodnota než starší typy. Obsahují vysokou kapacitu. Samovybití do 5 %. Tyto akumulátory mají vysoké nominální napětí 3,6 V. Životnost okolo 500-1200 nabíjecích cyklů. Do této skupiny spadá několik typů různých baterií, každá s jinými rozdíly:

**Lithium-mangan oxid (LMO)** – Rychlé nabíjení, vysoká tepelná stabilita. Kratší životnost. [13, 11]

**Lithium-nikl-mangan-kobalt oxid (NMC)** – Vysoká kapacita. Drahý typ. [13, 11]



**Lithium-nikl-kobalt-hliník oxid (NCA)** – Vysoká kapacita a stabilita. [13, 11]

**Lithium-železo-fosfát (LFP)** – Dlouhá životnost a dobrá funkce při teplotních výkyvech. Potřeba zabudovaný ochranný obvod proti přehřívání. Patří mezi nejrozšířenější v nových instalacích. [13, 11]

### 2.1.3.1 Virtuální baterie

Tyto baterie jsou alternativou klasických akumulátorů. Virtuální baterie uschovávají vyrobenou elektrickou energii, která není využita do sítě, kde ji spotřebuje jiný zákazník. My poté čerpáme energii z distribuční sítě zdarma. Tato služba se platí dodavatelům skrze paušály nebo jiné poplatky. [14]

Princip fungování je takový, že vyrobená elektrická energie, která se nespotřebuje, se dodá do distribuční sítě. Tento proces „nabije“ virtuální baterii, až bude elektrická energie potřeba lze ji využít z distribuční sítě bez poplatků. [15]

### 2.1.4 Střídače

Střídače neboli měniče přeměňují stejnosměrné napětí na střídavé. Říká se, že měnič je srdcem fotovoltaické elektrárny (viz. obr. 8). Kromě přeměny napětí plní i jiné funkce například monitorování sítě, kontrolu provozních údajů nebo ochranu systému. Střídače jsou buď symetrické, nebo asymetrické. Měníče symetrické dokáží rozdělit energii mezi všechny tři fáze symetricky, zatímco asymetrický nám dokáže rozdělit energii podle toho jaká fáze má jakou spotřebu. Rozdělují se také podle počtu fází. Existují třífázové, nebo jednofázové. Střídač je proto velmi důležitou součástí fotovoltaické elektrárny. Při výběru střídače se vyplatí zvážit jeho účinnost, maximální rozsah napětí, při kterém pracuje měnič optimálně a jeho přizpůsobivost změnám. Asymetrické střídače jsou dražší než symetrické, ale urychlí

investice návratnost do



Obrázek 8 Schéma součástí FVE

fotovoltaické elektrárny. Používají se také hybridní střídače, které jsou schopné provozu ostrovního i paralelního ze sítě. [16]

### 3 Distribuční soustava

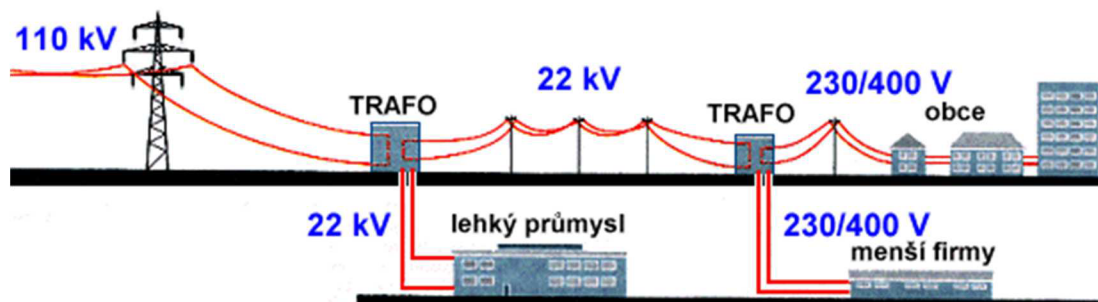
Elektrická energie se k odběratelům dostává prostřednictvím distribuční soustavy, kterou tvoří množství rozveden a transformoven. Z nich je energie rozdělována a směřována až k odběratelům. Nejdůležitější část pro řízení distribuční sítě jsou napájecí uzly a stanice velmi vysokého napětí. Transformovny a rozvodny vysokého napětí při řízení distribuční sítě jsou na druhém místě a jako třetí jsou malé transformovny a rozvodny nízkého napětí, které jsou bezobslužné. Řídicí systém zajišťuje ovládání, pozorování různých stavů rozveden a dělí se do tří kategorií: ovládání, měření a signalizace. Provoz řídicích systémů je monitorován z dozorny, což je místo pro ovládání rozvodny, které ovládají primárně silové prvky rozveden. Dokáží spustit ochranu a regulují napětí, dále dokáží měřit elektrické veličiny na přívodech a vývodech rozvodny za pomoci transformátorů proudu a napětí. Do systému spadá rovněž signalizace vypínačů, odpojovačů, také poruchy ochrany, jako jsou například jističe a systém hromadného dálkového ovládání (HDO). [17]

#### 3.1 Hromadné dálkové ovládání

Je to technický soubor zařízení, který slouží k dálkové regulaci nebo k dálkovému řízení spotřebičů. HDO obsahuje vysílače, které se nachází v rozvodnách distribučních soustav a potom přijímače, které se nachází u spotřebitelů. Vysílač komunikuje s přijímačem fázovými vodiči prostřednictvím pevně definovaných datagramů. Datagram je přenosová jednotka spojená se sítí, používá se pro komunikaci se spotřebiči. V těchto datagramech je zakódováno, jaký typ spotřebiče je vhodný pro určitý datagram. HDO se spíná se začátkem nízkého tarifu odběru elektřiny. HDO se nevyužívá pouze k regulaci spotřeby, ale dá se využívat i k řízení výroby fotovoltaických elektráren. [17]

#### 3.2 Distribuce v České republice

Distribuce elektřiny se v ČR rozděluje na tři napěťové úrovně: velmi vysoké napětí 110 kV, vysoké napětí v rozmezí 3 kV až 35 kV a na úroveň nízkého napětí 230/400 V. [18]



Obrázek 9 Schéma rozvodné sítě

Velmi vysoké napětí umožňuje napojení distribuční soustavy elektrárny k transformátorům, kde se transformuje na vysoké napětí (viz. obr. 9). Velmi vysoké napětí se vyznačuje velkou spolehlivostí, při výjimečné poruše v síti nepřerušuje dodávku elektřiny. Do úrovně velmi vysokého napětí jsou vyvedeny výkony zdrojů v řádů desítek MW, například z vodních a tepelných elektráren. Venkovní vedení velmi vysokého napětí je tvořeno příhradovými stožáry, kde jsou pomocí porcelánových izolátorů zavěšena tři kovová lana o průřezu přibližně 2 cm<sup>2</sup>, která se nachází v dostatečné výšce. Na vrcholu stožáru vede jedno lano, které je zemnicí a chrání vedení před úderem blesku. Uvnitř zemnicího lana obvykle vedou komunikační a informační optické kabely. Jedno třívodičové vedení dokáže přenést elektrický výkon kolem 100MW a stačí např. k zásobování elektrickou energií přibližně 10 000 domácností. V místech, kde není možný jiný způsob vedení, kvůli několikanásobně větší investici, se používají k přenosu větších výkonů vysokonapěťové kabely. Toto řešení je použito ve větších městech jako Praha nebo Brno. [18]

Velmi vysoké napětí se přeměňuje na vysoké napětí v transformačních stanicích. Linky vysokého napětí mají v různých částech republiky rozdílné parametry. V České republice převládá napětí 22 kV, ale v severních a východních Čechách, převažuje napětí 35 kV. Kromě toho také existují distribuční sítě s napětím, které je nižší než 22 kV (10, 6 a 3 kV). Tato vedení se dále nerozvíjejí, a pokud probíhá rekonstrukce, jsou nahrazeny standardními 22 kV. Z transformačních stanic je vyvedeno do všech směrů několik vysokonapěťových vedení. Jedná se o tzv. paprskové sítě. Kromě toho existují tzv. kmenové linky. To jsou důležitá vysokonapěťová vedení, která jsou napájena ze dvou či více transformoven. Tyto hlavní linky mohou být vzájemně propojeny, kvůli zajištění dodávky elektřiny při poruchách. [18]

Nízké napětí je poslední stupeň transformace elektrické energie a slouží k napájení odběrných míst. Nízkonapěťové vedení vychází z transformačních stanic většinou paprskovitě. Napětí je v transformačních stanicích převedeno z vysokého napětí na nízké napětí 3 x 400/230 V s frekvencí 50 Hz. V České republice je vedení nízkého napětí buď nadzemní, nebo podzemní. [18]

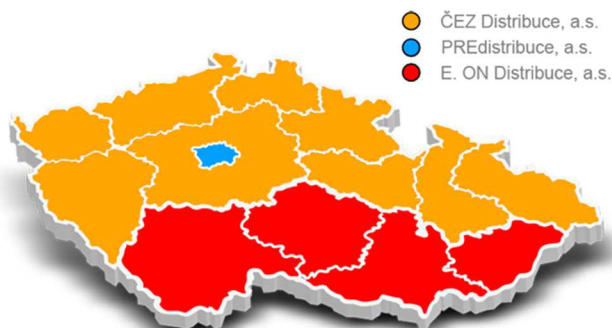
### **3.3 Energetický regulační úřad**

Energetický regulační (ERÚ) úřad funguje od 1. ledna 2001 a jedná se o ústřední orgán státní správy České republiky. Je nadřazený všem distributorům v České republice. Má za úkol dohlížet na energetický průmysl České republiky a to zejména regulovat a kontrolovat ceny v oblasti energetiky. Na energetický regulační úřad se můžeme jako spotřebitelé obrátit, pokud máme problém s dodavatelem energií, jak plynu, tak elektřiny. Energetický regulační úřad sídlí v Jihlavě a dislokované pracoviště se nachází v Praze. [19]



### 3.3.1 Provozovatelé distribuční soustavy

V České republice máme tři distributory elektřiny – ČEZ, E.ON a PRE distribuce. Každý distributor rozvádí elektrickou energii pouze v určitém území, neboli v distribuční oblasti (viz. obr. 10.). ČEZ Distribuce se nachází na většině území našeho státu. Patří sem kraje: Plzeňský, Karlovarský, Středočeský, Ústecký,



Obrázek 10 Mapa rozdělení distributorů

Liberecký, Pardubický, Olomoucký a Moravskoslezský. PRE Distribuce působí pouze v Praze a v Roztokách u Prahy. E.ON Distribuce se nachází v oblasti jižních Čech a jižní Moravy. Distributora nelze změnit. Distributor spadá stejně jako jeho ceny pod Energetický regulační úřad. Distributoři nejenže přenášejí elektrickou energii k zákazníkům, ale také provádějí odečty stavů elektroměrů a musí řešit poruchy a havárie distribuční sítě [20, 21]

#### 3.3.1.1 Připojovací podmínky

Každý distributor má své vlastní připojovací podmínky, které je nutné dodržet. Připojovací podmínky jsou určeny pro odběrná místa: nově uvedená do provozu, po ukončení rezervace příkonu, rekonstruovaná, při výměně hlavního jističe a pro výrobní elektřiny. Připojovací podmínky jsou volně dostupné veřejnosti na příslušných internetových stránkách každého distributora. Jeden z mnoha rozdílů mezi distributory je například rozdělení vodiče PEN na vodiče PE a N. Distributoři PRE a E.ON požadují rozdělení vodiče PEN až v měřené části instalace v podružném rozvaděči. Zatímco ČEZ Distribuce připouští rozdělení vodiče PEN již v elektroměrovém rozvaděči. Další rozdíl je například v osazení hromadného dálkového ovládání. U PRE Distribuce je HDO součástí elektroměru, zatímco ČEZ a E.ON osazují HDO na samostatný kříž. Liší se například i barva fázových vodičů. E.ON a ČEZ značí první fázi hnědou barvou, druhou fázi černou barvou a třetí fázi šedou barvou, PRE neznačí fáze podle barvy ale podle směru uspořádání, kdy první fáze je zleva. [22, 23, 24]

### 3.4 Žádost o připojení

Základní náležitosti žádosti pro připojení k distribuční soustavě jsou uvedeny ve vyhlášce “ERÚ č. 16/2016 Sb., v Podmínkách připojení k elektrizační soustavě“ a v PPDS, které jsou k dispozici na příslušných internetových stránkách. Podklady pro připojení k distribuční soustavě jsou:

1. Vyplněný formulář provozovatele distribuční sítě.
2. Souhlas vlastníků okolních nemovitostí dotčených výstavbou výroby.
3. Požadovaný rezervovaný příkon a výkon, které mohou nastat při provozních stavech.
4. Stávající rezervovaný výkon a příkon.

Po obdržení žádosti provozovatel distribuční soustavy rozhodne ve lhůtě dle vyhlášky ERÚ č. 16/2016 Sb. dle navrhovaného místa připojení a charakteru výroby:

- a. Zda je připojení možné.
- b. Zda je nutné ověření možnosti připojení výroby k distribuční síti studií připojitelnosti. Požadavky na studii připojitelnosti jsou uvedeny ve vyhlášce ERÚ č. 16/2016 Sb. [25]

## 4 Připojení výroby

Fotovoltaickou elektrárnu lze provozovat různými způsoby. Může se připojit k distribuční síti nebo provozovat autonomně v tzv. ostrovní síti.

Výroby elektrické energie se rozdělují do určitých skupin podle toho, jaké mají výkony. Existují čtyři základní kategorie: A, B, C, D. Každá kategorie má svoji podkategorii a výkonovou hranici provozovatele distribuční soustavy -viz. Tabulka 1. níže. [26]

Kategorie výrobního modulu	Podkategorie	Výkonová hranice
A	A1	$\geq 800\text{W}$
		$\leq 11\text{kW}$
	A2	$> 11\text{kW}$
		$< 100\text{kW}$
B	B1	$\geq 100\text{kW}$
		$< 1\text{MW}$
	B2	$\geq 1\text{MW}$
		$< 30\text{MW}$
C	C	$\geq 30\text{MW}$
		$< 75\text{MW}$
D	D	$\geq 75\text{MW}$

*Tabulka 1 Výkonové kategorie výroben*

### 4.1 Výroby s výkonem 10kW, 20kW

Výroby fotovoltaické elektrárny do 10kW se nazývají mikrozdroje. Mikrozdroj je zdroj elektrické energie a všechna související zařízení na výrobu elektrické energie. Je určený pro paralelní zapojení ke střídavé nízkonapěťové soustavě s fázovým proudem do 16 A včetně a maximálním instalovaným celkovým výkonem až 10 kW. Výroby do 10 kW lze provozovat bez licence na výrobu elektřiny.

Fotovoltaické elektrárny do 20 kW podle § 103 odst. 1 písm. e) bod 9 Stavebního zákona nevyžadují stavební povolení ani ohlášení. Výroby nad 20 kW vyžadují stavební povolení.

U mikrozdroje musí být podpěťová a přepěťová ochrana trojfázová. Pokud se jedná o síť s kompenzací zemních kapacitních proudů nebo s izolovaným uzlem vysokého napětí může

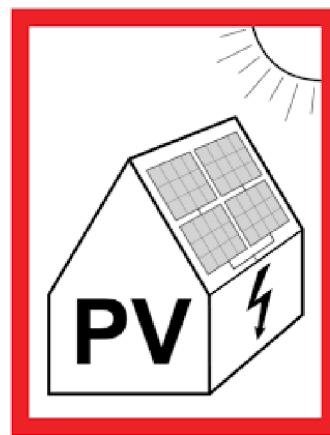
být v dohodě s provozovateli distribuční soustavy použita nadpět'ová ochrana jednofázová, připojená na sdružené napětí. [27, 28]

Podle novely energetického zákona č. 131/2015 Sb. fotovoltaická elektrárna do 10 kWp (včetně) nepotřebuje pro provoz licenci Energetického regulačního úřadu. Výrobní nad 10 kWp potřebují licenci a také živnostenské oprávnění, protože majitelé se stávají podnikateli v energetice. Pokud je výrobní do 10 kWp, je každý výrobce osvobozen od daní dle § 10 Stavebního zákona. Tento zákon stanovuje z fotovoltaiky maximální výnos 30 000 korun. [29]

## 4.2 Ochrana výrobní

Norma "ČSN 33 2000-7-712 ed. 2" stanovuje provedení ochrany fotovoltaických elektráren. Tato norma se vztahuje k elektrické instalaci a uvádí například, že „elektrické zařízení na DC straně musí být považováno za zařízení pod napětím i v případě, kdy je AC strana odpojena od sítě, nebo když je měnič odpojen od DC strany“. [30] Norma také stanovuje, co musí výrobní obsahovat z hlediska ochrany, například zkratovou ochranu, ochranu proti přetížení, před nebezpečným dotykem atd.... U zařízení, která jsou schopna ostrovního provozu, je zapotřebí zajistit jejich ochranu i při ostrovním provozu. Fotovoltaické panely musí být chráněny pomocí přepět'ové ochrany a pojistkami. Akumulátory jsou vybaveny jističem.

Norma ČSN 33 2000-7-712 ed.2 nařizuje, že na „DC straně musí být použita buď dvojitá nebo zesílená izolace, nebo malé napětí SELV, PELV“. [30] SELV je malé elektrické napětí, které není v žádném bodě spojené se zemí a PELV je malé elektrické napětí, které je v určitém bodě, nejčastěji u zdroje, spojené se zemí. Na fotovoltaické elektrárně musí být umístěn znak (viz obr. 11), který označuje přítomnost fotovoltaické instalace. Jeho účelem je zajistit bezpečnost osob jako jsou například inspektoři, personál údržby, záchranné složky, atd.



Obrázek 11 Označení upozorňující na výskyt fotovoltaické instalace na budově

Tento znak musí být podle normy ČSN 33 2000-7-712 ed. 2 umístěn na počátku elektrické instalace

což je rozvaděč elektroměrový rozvaděč, v místě měření elektrické instalace, je-li vzdáleno od počátku elektrické instalace a na spotřebitelském zařízení nebo rozvaděči ke kterému je připojeno napájení od měniče. [30]

Norma ČSN 33 2000-7-712 ed. 2 stanovuje výpočet pro  $U_{oc\ max}$  což je maximální napětí nezátíženého modulu a pro maximální zkratový proud fotovoltaického modulu  $I_{sc\ max}$ .

Maximální zkušební napětí nezatíženého stringu se vypočítá ze vzorce:

$$U_{oc\ max} = U_{oc\ stc} \cdot K_u \quad (1)$$

Kde:  $U_{OC\ MAX} = [V]$

$U_{OC\ STC}$ ... Napětí stringu [V]

$K_U$ ... Teplotní koeficient [-]

Maximální zkratový proud fotovoltaického modulu se vypočítá ze vzorce:

$$I_{sc\ max} = I_{st\ stc} \cdot K_i \quad (2)$$

Kde:  $I_{SC\ MAX} = [A]$

$I_{ST\ STC}$ ... Normalizovaný zkušební zkratový proud modulu [A]

$K_I$ ... Koeficient - dle ČSN 33 2000-7-712 Ed. 2[-]

### 4.3 Podpora sítě

Výrobní elektrické energie musí být schopny podílet se na udržování napětí při napájení do sítě. Rozlišuje se podpora sítě statická a dynamická. Požadované hodnoty a charakteristiky podpory poskytuje provozovatel distribuční soustavy. Dodržení nastavených hodnot je zajištěno automatickou kontrolou ve výrobě. [25]

Statické řízení napětí v síti znamená udržovat napětí v mezích stanovených smlouvou při běžném provozu sítě s pomalými změnami napětí. Pokud nastanou výkyvy napětí, musí zůstat v mezích, které jsou povoleny. Výrobní moduly a výrobní musí být schopny k tomuto požadavku přispívat během normálního síťového provozu. [25]

Dynamická podpora sítě znamená udržování napětí při poklesech v sítích velmi vysokého a zvláště vysokého napětí. To zabraňuje v sítích nízkého a vysokého napětí nežádoucímu přerušení dodávky elektrické energie a rozpadu sítě. Proto se musí výrobní, které se nachází v sítích nízkého, vysokého a velmi vysokého napětí podílet na dynamické podpoře sítě. Musí být schopné zůstat připojené i při poruše v síti, u které by mohlo dojít k poklesu napětí. [25]

## 4.4 Dálkové řízení výroben

Výrobní elektrické energie, které jsou nově připojené k distribuční soustavě, musí být připraveny na instalaci dálkového ovládání, tzn. „*instalaci řídicího obvodu komunikační cesty mezi elektroměrovým rozvaděčem a novou výrobnou elektrické energie*“. Příslušný provozovatel distribuční soustavy je oprávněn stanovit požadavky na zařízení zajišťující dálkové ovládání činného/jalového výkonu na výstupu výrobního modulu nebo u předávacího místa. Distributor E.ON stanovuje, že v elektroměrovém rozvaděči musí být pro hromadné dálkové ovládání připraven prostor pro instalaci. Každý distributor má jiné provedení dálkového řízení výrobní a lze ho najít v příslušných připojovacích podmínkách. [25]

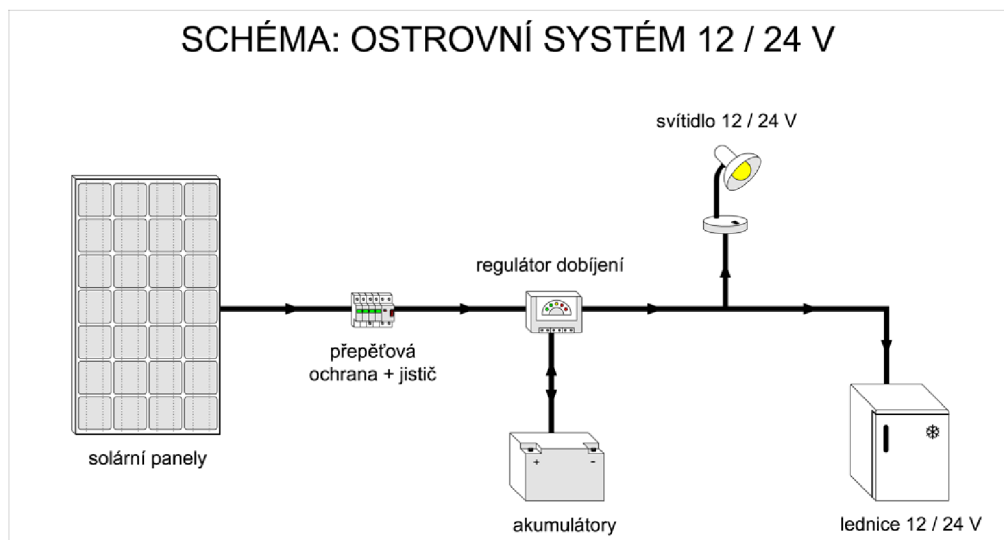
Rozpadovým místem se rozumí stykač. Jedná se o spínací prvek, který připojuje a odpojuje výrobní od distribuční síť nízkého napětí. Tento spínací prvek musí zajistit odpojení výrobní od sítě, dojde-li v této síti k poklesu napětí. Rozpadové místo je propojeno komunikačním kabelem do hromadného dálkového ovládání, které se nachází v elektroměrovém ovladači. Technické vybavení rozpadového místa výrobní musí být přístupné pro pracovníky provozovatele distribuční soustavy. Funkce rozpadového místa musí být v projektové dokumentaci popsána a jeho umístění musí být jednoznačně definováno. [31]

## 4.5 Způsob provozu FVE

Způsoby provozu fotovoltaické elektrárny se liší podle toho, jak je zapojena. Existují tři způsoby provozování fotovoltaické elektrárny: ostrovní provoz, provoz s distribuční soustavou a kombinovaný provoz neboli hybridní. [32]

### 4.5.1 Ostrovní provoz (Off grid)

Jedná se o provoz fotovoltaické elektrárny, která není připojena k veřejné elektrické síti. Nejčastěji se jedná o menší solární elektrárny, které obsahují fotovoltaické panely, řídicí elektroniku, regulátor nabíjení, střídač a akumulátory (viz. obr. 12). Střídač se používá, pouze pokud chceme napájet elektrické zařízení, které využívá střídavý proud 230 V. Při výběru správného střídače je nutno si zjistit, zda je schopen pracovat na systémovém napětí konkrétního ostrovního systému. Regulátor řídí nabíjecí napětí a proud solárního panelu tak, aby odpovídaly doporučeným hodnotám nabíjení baterie. Ostrovní režim funguje tak, že vyrobenou elektrickou energii, která se přes den nespotřebuje, uchovává v akumulátorech na pozdější dobu. Jedná se o skvělý doplněk pro budovy, které nemají elektrickou přípojku [32, 33].



*Obrázek 12 Schéma zapojení ostrovního režimu*

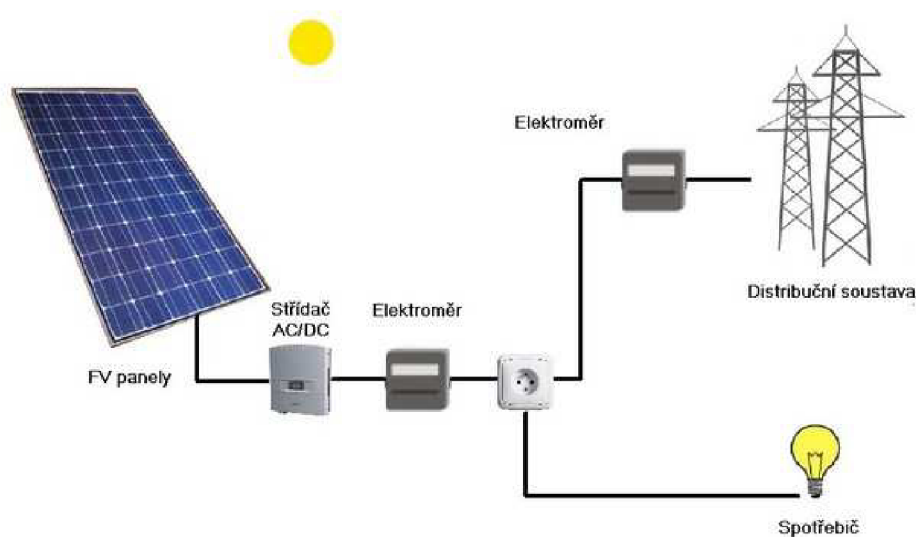
### 4.5.2 Provoz s distribuční soustavou

U toho typu připojení se výroba skládá z fotovoltaických panelů, střídače, spotřebičů, elektroměru a přípojky k distribuční soustavě (viz. obr. 13). Tento způsob provozu má několik režimů:

1. Fotovoltaická elektrárna vyrobí elektrickou energii, která se ale nestačí spotřebovat. V tuto chvíli se vyrobená energie prodává do distribuční soustavy distributorovi. Pro odběratele to zpravidla není výhodné, protože výkupní ceny za energie jsou nízké.
2. Vyrobená elektrická energie se rovná té co spotřebujeme. V tuto chvíli se jedná o takzvaný ideální stav. Tato situace je spíše výjimečná.
3. Výrobní vyrábí méně elektrické energie, než je spotřebováno, proto musí provozovatel zbytek elektrické energie kupovat od distributora.

4. V noci fotovoltaická elektrárna nevyrobí nic, takže všechnu elektrickou energii, kterou spotřebujeme, kryjeme z distribuční sítě.

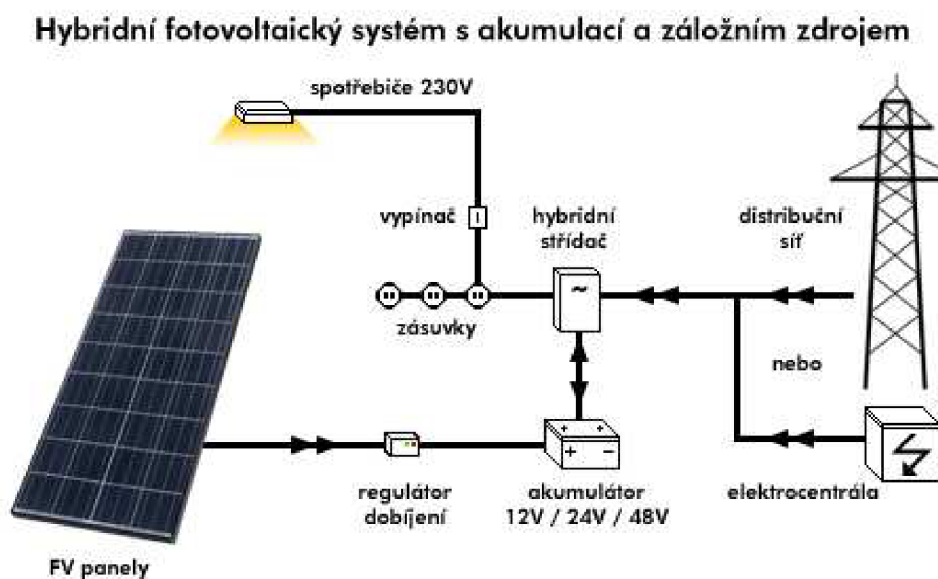
K tomuto způsobu připojení výroby musíme mít smlouvu o výkupu i dodávce elektrické energie s distributorem. [32]



Obrázek 13 Schéma zapojení fotovoltaické elektrárny do distribuční sítě

### 4.5.3 Hybridní provoz

Hybridní provoz je kombinací dvou předchozích možností (viz. obr. 14). Fotovoltaickou elektrárnu lze použít jako samostatnou jednotku, takzvaně odpojením od distribuční soustavy a vyrobená elektrická energie se spotřebovává a používá k dobíjení baterií. Jsou zde potřebné



Obrázek 14 Schéma zapojení hybridního režimu



akumulátory. Hybridní fotovoltaická elektrárna upřednostňuje vyrobenou energii z fotovoltaických panelů a z baterií před energií z distribuční sítě. Jedná se o nejpoužívanější typ provozu. Největší výhodou hybridních fotovoltaických elektráren je fakt, že vyrobená elektřina je využita pro vlastní spotřebu, ať už ve formě elektrické energie nebo pro ohřev teplé užitkové vody, pro vytápění tepelným čerpadlem, provoz klimatizace a bazénu, zavlažování nebo pro jiné užití předem určených spotřebičů. Tento typ výroby je vhodným řešením pro rodinné domy, průmyslové areály či firmy. [32]

## 4.6 Přetoky a přebytky

Pokud při provozování fotovoltaické elektrárny je odebíraná energie stejně ceněná jako dodávaná, neboli cena nakupované energie je stejná jako energie prodávaná do sítě, jedná se o ideální stav. Ideální stav, ale nikdy nenastane, protože energie vyrobená fotovoltaickou elektrárnou se prodává za cca. 0,90 korun za kilowatthodinu, proto to není výhodné. Při provozování fotovoltaické elektrárny se setkáváme s různými nástroji, které nám pomáhají, abychom nemuseli prodávat přebytek vyrobené elektrické energie do distribuční sítě.

Když fotovoltaická elektrárna vyrobí víc elektřiny, než spotřebitel spotřebuje, jedná se o přebytek, který může odcházet do distribuční sítě. Tomu se pak odborně říká přetok do sítě. Tyto přetoky se nemusí pouze prodávat do distribuční sítě, ale mohou se využít například pro dobíjení baterií. S přetoky lze naložit několika způsoby:

1. Odevzdávání přetoků zadarmo do distribuční sítě: To znamená, že není uzavřena smlouva o výkupu nadbytečné energie se společností, která obchoduje s elektřinou.
2. Prodávání přetoků za aktuální cenu na burze: Některé společnosti při výpočtu kupní ceny zohledňují aktuální cenu na burze, nebo dokonce umožňují prodávat (ale musí i nakupovat) energii za spotové ceny burzy.
3. Prodávání přebytků za stanovené částky: Tady se předpokládá uzavření smlouvy se společností, která bude vykupovat přebytky za předem stanovenou cenu.
4. Prodávání veškeré elektřiny: Využívání fotovoltaické elektrárny pouze k podnikání. Musí se pořídit fotovoltaický systém o minimálním výkonu 20 kWp. Nesmí se využívat vyrobená elektřina pro vlastní spotřebu. [34]

### 4.6.1 Wattrouter

Wattrouter je zařízení, které je určeno pro maximální využití elektrické energie vyrobené fotovoltaickou elektrárnou. Jedná se o neelektrickou akumulaci elektrických přebytků. Obvykle se k wattrouteru připojují bojler, topná tělesa, klimatizace, bazénové

filtrace atd. Jedná se tedy o spotřebiče, které mohou tyto přebytky využívat v době, kdy elektrárna vyrábí více energie, než je potřeba. Funguje tak, že měřicí modul měří proud v každé fázi a regulátor poté vyhodnotí měřené proudy a napětí a když fotovoltaická elektrárna vyrábí, spíná připojené spotřebiče. [35]

## 4.7 Asymetrie výkonu

Česká republika do roku 2011 používala součtové měření spotřeby elektrické energie, jako celá Evropa kromě Slovenska. S rozvojem malých energetických zdrojů, zejména solárních elektráren umístěných na střeších rodinných domů si distribuční společnosti prosadily u Energetického regulačního úřadu změnu měření elektrické energie. Takže od roku 2011 se měří elektřina po jednotlivých fázích. Tato změna znamená pro zájemce, kteří si chtějí pořídit fotovoltaickou elektrárnu nutnost pečlivě celý systém naplánovat. Negativům, která tato změna přináší, se dá vyhnout například pomocí systémům s asymetrickým střídačem. Asymetrický střídač dokáže rozdělovat vyrobený výkon do jednotlivých fází nerovnoměrně neboli asymetricky. [36]

### 4.7.1 Smart meter

Jedná se o chytrý elektroměr, který se používá ve fotovoltaických elektrárnách s akumulátorem. Zařízení sbírá informace o spotřebě elektrické energie a její dodávce ze sítě. Smart meter komunikuje se střídačem a převádí mu informace o velikosti a směru toku proudu. Pomáhá řídit výrobu solární elektrárny a ukládání přebytků energie do baterií. Umožňuje dálkový odečet. Smart meter se instaluje přímo za elektroměrový rozvaděč. [37]

## 4.8 Microgrid

Jedná se o malou elektrickou síť, kde se elektřina vyrábí, ukládá, distribuuje a spotřebovává. Microgrid neboli mikrosíť může fungovat v ostrovním provozu, tudíž dokáže pracovat zcela nezávisle na hlavní distribuční síti, stejně tak může být připojen k distribuční síti. Mikrosíť zvládne připojovat, monitorovat a řídit energetické zdroje zařízení. Na rozdíl od rozvodné sítě spojuje výrobu a spotřebu elektřiny. Pro výrobu elektřiny se využívá kombinace záložních diesellových generátorů a obnovitelných zdrojů. Microgrid může obsahovat bateriové systémy, kvůli zvýšené poptávce po síti nebo během výpadku sítě. K mikrosítím se obracejí organizace všeho druhu, od městských úřadů až po přírodní rezervace. [38]

## 5 Nová zelená úsporám (NZÚ)

Jedná se o dotační program, který je zaměřený na úspory energie v budovách určených pro bydlení. Hlavním cílem je zlepšit stav životního prostředí, pomocí snížení produkce emisí znečišťujících látek a CO<sub>2</sub>, neboli skleníkových plynů. Výše podpory se liší vůči provedených opatření. Podpora se může vyšplhat až na 60 % celkových výdajů. Kromě toho existuje podprogram Nová zelená úsporám Light, který je určen pouze pro vlastníky rodinných domů a pro objekty trvale rekreační, kteří jsou nejvíce ohroženi energetickou chudobou. Jedná se o podprogram, který podporuje snadno realizovatelné a časově nenáročné zateplení budov. Peněžní podpora může dosahovat až 150 000 Kč na jeden dům. [39]

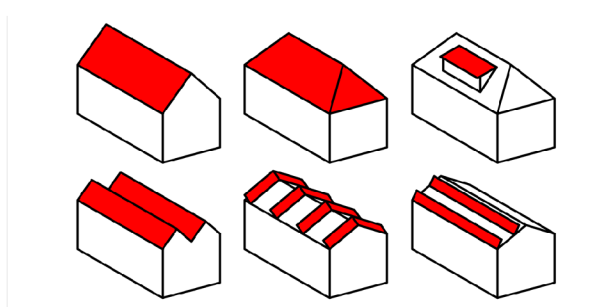
Pro získání dotací musí být splněny minimální podmínky pro realizaci díla a jeho uvedení do provozu a podmínky pro provoz a údržbu zařízení. Mezi tyto podmínky patří:

- a) „Maximální výkon systému, který bude podporován je 10 kWp
- b) Podpora se vztahuje pouze na nové systémy, nevztahuje se na rozšíření nebo úpravy stávajícího systému.
- c) Systém musí být vybaven:
  - a. V případě systému bez akumulace musí být měnič s Euro účinností (% hodnoty měniče v různých stavech výkonu) minimálně 95 %.
  - b. V případě systému s akumulací musí obsahovat hybridní měnič s Euro účinností min. 95 % nebo složení z více komponentů jako jsou solární měniče s Euro účinností min. 95 % a ostatní typy měničů s maximální účinností min. 95 %, popř. Euro účinností min. 92 %.
- d) Systém musí obsahovat sledovač bodu maximálního výkonu (MPPT – Maximum Power Point Tracking). Pokud tomu tak nebude, musí být doložena účinnost přizpůsobení fotovoltaického měniče minimálně 98 %.“ [40]

## 6 Instalace fotovoltaických panelů

Pro maximální výrobu z fotovoltaických panelů je důležitý způsob instalace. Záleží na orientaci panelů a jejich sklonu

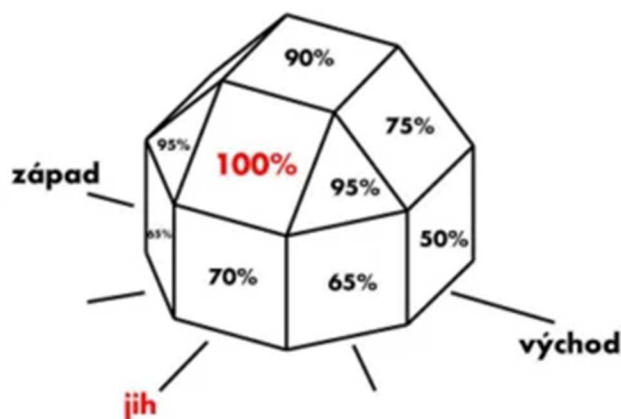
Instalace fotovoltaických panelů závisí na typu střechy (viz. obr. 15). Panely je potřeba umístit tak aby se přípojovací box s konektorem nacházel v horní části panelu. Jedná-li se o střechu krytou taškami, krytina se sejme a instalují se držáky nosných lišt panelů. Poté se tašky umístí zpátky na původní místo. [41, 42]



Obrázek 15 Instalace panelů na šikmou střechu

### 6.1 Sklon a orientace panelů

Panely je možné instalovat svisle nebo vodorovně. Optimální sklon a orientace jsou ovlivněny zeměpisnou šířkou a nadmořskou výškou. Každá lokalita je specifická a mění se tak optimální sklon a orientace panelů. Aby na fotovoltaickou elektrárnu dopadalo co nejvíce sluneční energie, je třeba naklonit je do optimální polohy, která zajistí největší energetické zisky. V České republice je optimální sklon  $35^\circ$  od vodorovné roviny a orientace na jih (viz obr. 16). [43]



Obrázek 16 Orientace panelů

## 7 Návrh FVE

Předmětem této části bakalářské práce je návrh nové fotovoltaické výroby elektřiny o maximálním výkonu do 10 kW na rodinný dům.

Výchozí podklady pro zpracování projektu:

- Platné normy ČSN, vyhlášky ministerstev a nařízení vlády ČR.
- Doporučení výrobců dodávaných zařízení a technologií.
- Konzultace se specialisty firmy Instalace Praha.

### 7.1 Popis stávajícího stavu

Rodinný dům, na který bude instalována fotovoltaická elektrárna, se nachází v obci Chrustenice v okrese Beroun. Jedná se o dvoupodlažní rodinný dům. Objekt byl zkolaudovaný v roce 2016. Rodinný dům je stavbou se šikmou střechou s keramickými taškami, která umožňuje umístění fotovoltaických panelů bez nutnosti omezovat růst vegetace a její údržbu. Vnitřní elektrické rozvody objektu jsou připojeny na distribuční síť. Stávající elektroinstalace rodinného domu umožňuje připojení nového fotovoltaického systému jak k vnitřním rozvodům domu, tak připojení k distribuční síti. V přízemí domu je garáž užívaná vlastníky, která je přístupná ze dvora na pozemku rodinného domu. V garáži je umístěn hlavní domovní rozvaděč.

### 7.2 Parametry fotovoltaické elektrárny

#### 7.2.1 Fotovoltaické panely

Pro fotovoltaickou elektrárnu budou použity panely od výrobce SUNPRO, typ SP540-144 M10, s maximálním výkonem 540 Wp STC (Standard Test Conditions – Standardní Testovací Podmínky). Nabízejí výhody vyššího výkonu, protože jsou tvořeny monokrystalickými multisběrnými 9BB PERC (Passivated Emitter and Rear Cell – Pasivovaná zadní strana článku) články. Obsahují technologii half-cell, takže nabízejí efektivní fungování při částečném zastínění, a vyšší toleranci při mechanickém zatížení. Panely budou umístěny na střeše. Osm panelů bude orientováno na jihovýchod a 8 panelů bude na jihozápad. Všech 16 panelů bude mít sklon 35°.

### 7.2.1.1 Stanovení napětí fotovoltaického pole ( $U_{oc\ max}$ )

Maximální napětí nezátíženého stringu se vypočítá ze vzorce (1):

$$U_{oc\ max} = U_{oc\ stc} \cdot K_u \quad (1)$$

$$U_{oc\ max} = 396 \cdot 1,2 = 475,5 = 476\ V$$

Kde:  $U_{OC\ MAX}$ ... Maximální napětí nezátíženého stringu [V]

$K_U$ ... Teplotní koeficient [-]

$U_{OC\ STC}$ ... Napětí stringu [V] – získáno ze vzorce:

$$U_{oc\ stc} = V_{oc} \cdot Počet\ PV\ panelů$$

$$U_{oc\ stc} = 49,5 \cdot 8 = 396\ V$$

$V_{OC}$ ... Napětí panelu [V] – katalog zařízení

Po dosažení zadaných hodnot do vzorce (1) vychází maximální napětí nezátíženého stringu:

8x PV panel - jmenovité napětí na DC straně  $U_{OC\ MAX} = 476\ V$

8x PV panel - jmenovité napětí na DC straně  $U_{OC\ MAX} = 476\ V$

### 7.2.1.2 Stanovení proudu fotovoltaického pole $I_{sc\ max}$

Maximální zkratový proud fotovoltaického modulu se vypočítá ze vzorce (2):

$$I_{sc\ max} = I_{st\ stc} \cdot K_i \quad (2)$$

$$I_{sc\ max} = 13,85 \cdot 1,25 = 17,4\ A$$

Kde:  $I_{SC\ MAX}$ ... Maximální zkratový proud fotovoltaického modulu [A]

$I_{ST\ STC}$ ... Normalizovaný zkušební zkratový proud modulu [A] – odečteno z katalogu zařízení [44]

$K_I$ ... Koeficient - minimální hodnota dle ČSN 33 2000-7-712 Ed. 2[-]

Po dosazení zadaných hodnot do vzorce (2) vychází maximální zkratový proud fotovoltaického modulu 17,4 A.

### 7.2.1.3 Stanovení pojistek pro fotovoltaických panely

Fotovoltaické panely jsou chráněny pojistkami, jejichž velikost určíme ze vzorce (3):

$$I_n = I_{sc \max} \cdot 1,1 \quad (3)$$

$$I_{sc \max} = 17,4 \cdot 1,1 = 19,04 \text{ A}$$

Kde:  $I_n$ ... Proud pojistky [A]

$I_{sc \max}$ ... Maximální zkratový proud fotovoltaického modulu [A]

1,1... Násobek pro jištění podle ČSN 712.431.102 [-]

Po dosazení hodnot do vzorce (3) nám vyšlo, že pojistka musí být minimálně na 19,04 A, proto byly zvoleny pojistky 20 A. – viz příloha 1. – Schéma napájení; viz příloha 3. – Schéma rozvaděče RPV.

## 7.2.2 Fotovoltaický měnič

Bude použit třífázový střídač X3-HYBRID-10.0-D, 230V/400V od společnosti SOLAX. Jedná se o inteligentní stringový měnič. Jmenovitý výkon tohoto střídače je 10 kW, maximální účinnost 99,9%. Účinnost při částečném zatížení je 97,7%. Maximální vstupní napětí dosahuje 1000 V. Tento střídač má dva sledovače maximálního výkonu fotovoltaických panelů – MPP tracker. Podporuje také CAN/RS485 což je komunikační rozhraní. [45]

## 7.2.3 Akumulátorové úložiště

Pro skladování elektrické energie bude použit pokročilý systém T-BAT SYS-HV 11,5. Sestava se skládá se 2 ks akumulátorových stojanů (5,8 kWh + 5,8 kWh), která zajišťuje vysokou spolehlivost a praktické řídicí funkce. Celá sestava má kapacitu 11,5 kWh. Obě akumulátorové sestavy budou zapojeny do série a každá má jmenovitou kapacitu 5,8 kWh. Jmenovité napětí jedné sestavy je 115,2 V, dohromady 230,4 V. Akumulátory jsou typu Li-on (LFP), jedná se tedy o Lithium-železo-fosfátový akumulátor. Obě akumulátorové sestavy budou pracovat v provozní vazbě Master – Slave. Master je baterie, která má na sobě řídicí jednotku. Baterie Slave je baterie, která je připojena k Master. Akumulátory budou jištěny stejnosměrným jističem v boxu MUGB. – viz příloha 1. – Schéma napájení; viz příloha 4. – Schéma boxu MUGB.

## 7.2.4 Napěťová soustava:

V celém objektu bude důsledně zachován pravotočivý sled fází L1-L2-L3, který bude rovněž odpovídat fyzickému označení fází L1-L2-L3 na elektrických zařízeních.

V instalaci se budou nacházet tyto napěťové soustavy- viz příloha č. 1 - Schéma napájení:

3/PEN, AC, 400/230 V, 50Hz, TN-C-S      hlavní napájecí rozvod NN

3/N/PE, AC, 400/230 V, TN-S	instalační rozvod
2, DC, 476 V, IT	napájecí DC rozvod PV pole PV1
2, DC, 476 V, IT	napájecí DC rozvod PV pole PV2
2, DC, 230,4 V, IT	napájecí DC rozvod akumulátorů GB

Přechod ze soustavy TN-C (PEN) na soustavu TN-S (N + PE) je proveden v novém rozvaděči RFVE - viz příloha 1. – Schéma napájení; viz příloha 2 – Schéma rozvaděče RFVE.

### 7.2.5 Ochrana před úrazem elektrickým proudem

Dle podmínek ČSN 33 2000-4-41 ed. 3, přílohy A, bude v celém objektu základní ochrana elektrických zařízení nízkého napětí zajištěna základní izolací živých částí přepážkami nebo kryty. V síti TN (sít', ve které je jeden bod – zpravidla nulový – bezprostředně uzemněn a neživé části chráněných zařízení jsou vodičem spojeny s tímto bodem) bude zajištěna ochrana při poruše pomocí automatického odpojení od zdroje s ochranným uzemněním a pospojováním za podmínek dle ČSN 33 2000-4-41 ed. 3, článek 411.1 až 411.3 a článek 411.4. Dle článku 415.1 je součástí obvyklých ochranných opatření doplňková ochrana pomocí proudovými chrániči. Dle podmínek ČSN 33 2000-7-712 ed. 2, článek 712.410.102 bude na stejnosměrné straně fotovoltaiky použita dvojitá nebo zesílená izolace.

### 7.2.6 Energetická bilance

Rodinný dům má spotřebu 6,102 MWh za rok. Po instalaci FVE bude k dispozici nový zdroj o výkonu 8,64 kWp. Bude se jednat o 16 ks fotovoltaických panelů, které budou rozděleny na dva stringy po 8 panelech. Nový zdroj bude dále obsahovat fotovoltaický měnič 230 V/400 V AC, který má aktivní výkon 10 kW, maximální účinnost 99,9 % a účinnost EU 97,7 %.

Do měniče budou připojeny dva stringy- viz příloha č. 1 - přehledové schéma napájení:

-- string PV1, maximální výkon 4,32 kWp - připojeno 8 ks panelů

-- string PV2, maximální výkon 4,32 kWp - připojeno 8 ks panelů

K měniči bude připojeno akumulátorové úložiště o jmenovité kapacitě 11,5 kWh (5,8 kWh + 5,8 kWh). – viz příloha 1. – Schéma napájení.

V souladu s ustanovením ČSN 33 2000-7-712 ed. 2, článek 712.512.102 budou mít kryty elektrických zařízení instalované ve venkovním prostředí stupeň ochrany IP65 a stupeň ochrany proti vnějšímu mechanickému rázu bude IK08.



Hlavní rozváděč nízkého napětí bude vybaven kombinovanou přepětovou ochranou 1. a 2. stupně. Veškerá koncová slaboproudá zařízení budou chráněna přepětovými ochranami 3. stupně, zajišťujícími dosažení chráněné úrovně impulsního výdržného přepětí 1,5kV. Na napájecích kabelech vstupujících do objektu bude osazena přepětová ochrana pro ochranu proti zavlečenému přepětí. V podružných rozvaděčích bude osazena přepětová ochrana 2. stupně. – viz příloha 1 – Schéma napájení.

## **7.3 Připojení fotovoltaické elektrárny**

Stávající elektrická instalace rodinného domu je napojena na venkovní kabelový rozvod distributora elektrické energie z přípojkové skříně osazené spolu s elektroměrovým rozváděčem v oplocení objektu.

Hlavní jistič před elektroměrem má jmenovitou hodnotu 25A. Hlavní vedení od elektroměru je zakončeno v domovním rozváděči. Pro možnost připojení nové fotovoltaické výroby k síti bude instalován nový rozváděč, který bude označen RFVE - viz. Příloha 2. - Schéma rozvaděče RFVE. Připojen bude do hlavního domovního rozvaděče. Silové připojení rozvaděče RFVE bude provedeno novým kabelem. Tímto připojením bude fotovoltaická elektrárna napojena jak na domovní rozvod rodinného domu, tak do distribuční sítě - viz příloha č. 1 - přehledové schéma napájení. Pro odpojení zdroje od distribuční soustavy bude sloužit přijímač označený HDO-FVE ovládaný z dispečinku provozovateli distribuční soustavy. Přijímač bude instalován do elektroměrového rozvaděče a bude zapojen v souladu s připojovacími podmínkami provozovateli distribuční soustavy. HDO přijímač musí být instalován tak, aby zůstal pod napětím i po odpojení výroby z paralelního provozu distribuční sítě. K převedení ovládacího povelu z elektroměrového rozvaděče do rozvaděče pro fotovoltaiku bude instalován nový komunikační kabel.

Do elektroměrového rozvaděče bude doplněn vypínač pro galvanické oddělení odběrného zařízení od distribuční sítě.

### **7.3.1 Ochrana rozpadového místa fotovoltaické elektrárny**

Cílem je pozdržet okamžité odpojení fotovoltaiky při poruchách v síti. Musí se použít třífázová podpětová a přepětová ochrana. Časové zpoždění odpojení výroby od sítě bude nastaveno ve střídači. Při ztrátě napětí v distribuční síti musí být zaručeno spolehlivé automatické odpojení fotovoltaické elektrárny od distribuční soustavy. Opětovné připojení výroby nesmí způsobovat nedovolené změny v distribuční síti. V okamžiku, kdy bude napětí v distribuční soustavě dvacet minut bez přerušení v hodnotách uvedených ve vztahu ke jmenovitému napětí (viz pravidla distribučních soustav) se výroba automaticky připojí k síti.

### 7.3.2 Úrovnňové řízení činného výkonu

Ve fotovoltaickém rozvaděči RFVE bude umístěn stykač s označením KM1, který bude sloužit jako rozpadové místo mezi distribuční soustavou a výrobnou fotovoltaické energie. Musí zajistit spolehlivé a bezpečné odpojení výroby od distribuční soustavy. Stykač bude řízen jednak síťovou ochranou rozpadového místa UF300, která se bude nacházet ve fotovoltaickém rozvaděči. Dále bude řízen úrovnňovým řízením činného výkonu v úrovnňích 0 % a 100 % jmenovitého výkonu pomocí přijímače HDO. Hromadné dálkové ovládání bude ovládat relé označené KM-HDO a bude instalován v rozvaděči fotovoltaiky. Regulace bude prováděná ve všech fázích současně.

Fotovoltaický měnič bude vybaven funkcemi:

1. **Řízení jalového výkonu** – snížení jalového výkonu závislé na napětí – funkce  $Q(U)$ .
2. **Překleknutí poruchy při krátkodobém poklesu napětí** (Low voltage ride through) - LVRT
3. **Přizpůsobení činného výkonu** – Výrobný, které se automaticky neodpojí a jsou připojeny k distribuční síti, musí být schopné při kmitočtu nad 50,2 Hz snižovat okamžitý činný výkon -  $P(f)$ .

## 7.4 Identifikace fotovoltaické elektrárny

V místě napojení elektrické instalace a na rozvaděčích, které jsou připojeny na fotovoltaickou výrobu, se bude nacházet tabulka upozorňující na existenci fotovoltaické energie. Každé místo, které je přístupné k živé části na stejnosměrné straně (například rozvaděč a slučovací box) musí mít označení, které upozorňuje na to, že živá část může být pod napětím i po odpojení. Toto označení může být například textem “*Solární DC – Živé části mohou zůstat po odpojení pod napětím*“ nebo tabulkou (viz obr. 11). Střídač bude mít označení sděľující, že musí být před jakoukoliv údržbou odpojen ze stejnosměrné a střídavé strany. V souladu s připojovacími podmínkami pro výrobný elektriny musí být v blízkosti přijímače hromadného dálkového ovládání umístěna tabulka, které upozorňuje na zpětný proud.

## 7.5 Ochrana proti zkratu a přetížení

V souladu s ustanovením ČSN 33 2000-7-712 ed. 2, budou na stejnosměrné straně instalovány stejnosměrné odpojovače. Odpojovače budou instalovány mezi fotovoltaickými panely a měničem v rozvaděči RPV, ve kterém budou zároveň i přepěťové

ochrany - viz. Příloha 1. - Schéma napájení. Dle EN 60269-6 budou použity gPV pojistky, charakteristika gPV znamená jištění pro fotovoltaické systémy. Na střídavé straně bude měnič, který bude jištěn proti přetížení a zkratu jističem.

## 7.6 Uzemnění a hlavní ochranné pospojování

Dle ČSN 33 2000-5-54 ed. 3 článku 544.1 průřezy vodičů ochranného pospojování, které jsou určený pro připojení k hlavní ochranné přípojnici, budou provedeny měděným vodičem s průřezem, který nesmí být menší 16 mm<sup>2</sup>. Označení vodičů bude kombinací žluté a zelené barvy. Konstrukce nesoucí fotovoltaické panely včetně kovových systémů pro vedení kabelů budou pospojovány proti úrazu elektrickým proudem.

## 7.7 Rozvaděče objektu

Provoz výroby bude zajištěn na stejnosměrné straně soustavou stejnosměrných rozvaděčů a na střídavé straně bude zajištěn centrálním střídavým rozvaděčem.

Dle ČSN 34 1610, § 16 114, bude rozvaděč RFVE opatřen tabulkou, která označuje napájecí místa.

V tabulce níže lze vidět rozvaděče, které se budou nacházet v objektu.

RE	Stávající elektroměrový rozvaděč; rozvaděč bude upraven dle požadavků provozovatele distribuční soustavy
RD1	Stávající hlavní domovní rozvaděč RD
RFVE	Nový střídavý rozvaděč pro připojení výroby do hlavního napájení rodinného domu a připojení fotovoltaiky prostřednictvím elektroměrového rozvaděče do distribuční soustavy
RPV	Nový stejnosměrný rozvaděč pro připojení stejnosměrných přívodů od fotovoltaických stringů a vyvedení stejnosměrného vedení na stejnosměrný vstup fotovoltaického měniče
GU1	Fotovoltaický měnič pro přeměnu stejnosměrného napájení na střídavé napájení sítě
MUGB	Nový stejnosměrný box pro jištění baterií

*Tabulka 2 Rozvaděče v objektu*

Dle ČSN 33 2000-7-712 ed. 2, čl. 712.537.2.2.104 budou všechna zařízení bez vypínací schopnosti, které lze využít k rozpojení stejnosměrného obvodu, umístěna do zamykatelného

prostoru nebo krytu, nebo budou zamknuty visacím zámkem, aby byla zajištěna proti neúmyslné nebo neoprávněné manipulaci.

## 7.8 Způsob provedení kabelových rozvodů

Veškeré elektroinstalace budou provedeny měděnými kabely v soustavě TN-C-S (sít', jejíž první část je provedena jako síť TN-C a druhá část od bodu rozdělení jako síť TN-S). Na místech, kde hrozí mechanické poškození kabelů, budou tyto kabely chráněny trubkami či zákryty.

Kabelové trasy budou provedeny měděnými kabely a budou vedeny ve stěnách a příčkách pod omítkou s krytím minimálně 10 mm, v podlaze nebo nad podhledem. Uložení vedení ve stěnách bude provedeno dle požadavků ČSN 33 2130 ed. 3, čl. 7.10. Pátevní kabelové rozvody budou uloženy na drátěných kabelových roštích vedených nad podhledy. Rozvody v technických prostorech budou provedeny kabely uloženými v elektroinstalačních žlabech a trubkách na povrchu.

Dle ČSN 33 2000-7-712 ed. 2, článek 712.521 budou napájecí kabely na stejnosměrné straně střídače namontovány tak, aby minimalizovaly riziko zkratu a zemní poruchy. Toho docílíme použitím jednožilového kabelu s nekovovým pláštěm a izolovaným vodičem, který bude uložený v izolovaném žlabu nebo kanálu. Kabely nesmí být uloženy přímo na povrchu střechy. Všechny stejnosměrné kabely, které propojují póly zařízení mezi měničem a panely, budou instalovány v těsném souběhu, aby nevytvářely velké smyčky pro indukci přepětí, zejména při úderu blesku.

Veškeré kabely budou rozděleny do segregáčnických skupin (viz tabulka 4), na základě různých napěťových úrovní a dalších požadavků.

<i>označení skupiny</i>	<i>popis</i>
<b>WD</b>	silové kabely NN (400/230V)
<b>WG</b>	ovládací a signalizační kabely, kabely sdělovací PÁROVÉ (2MB), kabely koaxiální (155mB) a jiné kabely sběrnic pro přenos digitálních signálů
<b>WE</b>	kabely a vodiče pro uzemnění
<b>WF</b>	Datová sběrnice, přístrojová sběrnice
<b>WU</b>	Stejnoseměrné kabely DC strany PV měniče

*Tabulka 3 Rozlišení segregáčnických skupin kabelů s označením dle ČSN EN 81346-2*

Mezi silovými a sdělovacími kabely bude mezera minimálně 200 mm, s výjimkou optických kabelů v chrániče.

## **7.9 Ochrana před bleskem**

Na objektu rodinného domu je instalována vnější ochrana před bleskem.

Pro ochranu před bleskem bude jímací soustava doplněna o potřebné jímače, které zajistí ochranu před bleskem pro zařízení, která se budou nacházet na střeše.

## **7.10 Bezpečnost při realizaci a při užívání**

Pro výrobu elektřiny s napětím do 1 kV včetně a s instalovaným výkonem do 10 kW se ochranné pásmo nestanovuje.

Pro konstrukci použitých zařízení, jejich povrchová úpravou a způsob uložení je zajištěna ochrana proti vlivům prostředí. V souladu s harmonizovanými českými technickými normami musí všechny výrobky a zařízení, které budou použity při realizaci stavby splňovat technické požadavky jakosti výrobků.

Výrobní fotovoltaické energie musí být schopna operativního odpojení od distribuční sítě při stavech nouze nebo předcházení stavu nouze. Veškerá připojení budou v souladu s platnou legislativou, jako je například zákon č. 165/2012 Sb., vyhláška č. 16/2016 Sb., P4 PPDS, platné ČSN a připojovací podmínky pro výrobní elektřiny pro připojení k distribuční soustavě ČEZ distribuce.

Stavba je navržena tak, aby neohrožovala životní prostředí. Zhotovitel bude povinen chovat se šetrně a ohleduplně k životnímu prostředí a dodržovat platné zákony a předpisy.

Dle ČSN 33 2140 se u proudových chráničů budou muset provádět pravidelné kontroly funkce pomocí testovacího tlačítka T (TEST), který je umístěn na zařízení. U použitých přepěťových ochran by se měl kontrolovat jejich stav po každé velké bouři a vždy po nahlášené poruše ochrany.

## 8 Ekonomické zhodnocení

Při realizaci jakéhokoliv projektu je podstatné, zda bude projekt ekonomicky výhodný. V případě instalace fotovoltaiky pro rodinný dům se snažíme, aby tato investice přinesla co největší úsporu.

Celý systém fotovoltaické elektrárny je navržen tak, aby splňoval podmínky dotačního programu „Nová zelená úsporám“. Dotace se vypočítají podle tabulky, která stanovuje výši peněžní podpory pro fotovoltaické elektrárny (viz. obr. 17). Navrhovaná výroba spadá do kategorií „Minimální instalace o

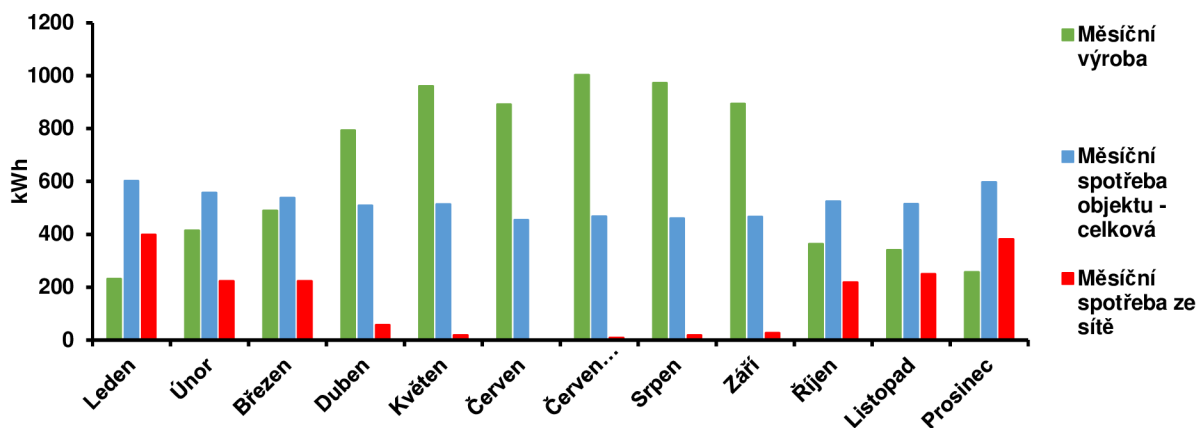
Instalované části systému FVE	Výše podpory [Kč]
Minimální instalace o výkonu 2 kWp	40 000
Minimální instalace o výkonu 2 kWp s hybridním měničem <i>(dle definice v kap. 12)</i>	60 000
Minimální instalace o výkonu 2 kWp s efektivním využitím tepelného čerpadla	100 000
Za 1 kWp instalovaného výkonu nad 2 kWp	10 000
Za 1 kWh el. akumulačního systému s akumulátory na bázi lithia	10 000

Obrázek 17 Výše podpory pro podoblast C3

o výkonu 2 kWp s hybridním měničem“, „Za 1 kWp instalovaného výkonu nad 2 kWp“ a „Za 1 kWh el. Akumulačního systému s akumulátory na bázi lithia“ (viz. obr. 17). Návrh fotovoltaické elektrárny obsahuje 8,64 kWp a při součtu všech peněžních podpor (viz. obr. 17) vychází dotace na 230 000 Kč. Bohužel ale maximální možné dotace, které lze získat od dotačního programu Nová zelená úsporám je 200 000 Kč, tudíž pro tento návrh vychází dotace na 200 000 Kč.

### 8.1 Provoz výroby

Pro zjištění měsíční výroby FVE byl použit výpočtový program, který lze najít na příslušných stránkách dotačního programu Nová zelená úsporám [46]. Jedná se o model, který vypočítá měsíční výrobu FVE (viz. graf 1) podle parametrů fotovoltaiky, spotřeby rodinného domu, počtu členů v domácnosti, podle způsobu vytápění a celkovou vytápěnou plochou. Za rok elektrárna vyrobí 7,607 MWh. Spotřeba rodinného domu je cca 6,102 MWh. Výrobu fotovoltaické elektrárny lze vidět na grafu níže. Tento model vypočítal, že se ročně využije z FVE 4,379 MWh a z distribuční sítě 1,820 MWh.



Graf 1 Měsíční vyrobená a spotřebovaná energie

## 8.2 Doba návratnosti

Předpokládaná cena instalace činí 550 735 Kč. Při odečtení dotací se jedná o 350 735 Kč. Celková cena návrhu a jednotlivých komponentů lze vidět v tabulce 4 níže.

Popis	výměra	jednotka	Cena	
			cena za kus	celkem
<b>Fotovoltaický systém</b>				
FV panely SUNPRO Power SP540-144M10	16	ks	5 054,40 Kč	80 870,40 Kč
Střídač Solax X3-Hybrid 10.0-D G4 vč. LAN rozhraní	1	ks	52 707,45 Kč	52 707,45 Kč
baterie T-BAT H 5.8 Master+Slave pack, 11,6 kWh	1	kpl	118 839,60 Kč	118 839,60 Kč
rozsaděč AC RFVE vč. SmartMeteru	1	ks	21 486,00 Kč	21 486,00 Kč
rozsaděč DC RPV vč. ochrany I. a II.stupně	1	ks	10 757,00 Kč	10 757,00 Kč
konstrukce upevnění na střechn	1	kpl	63 825,00 Kč	63 825,00 Kč
<b>Montáž a zprovoznění</b>				
kabelové rozvody AC, DC, pospojení, vč. kabelových tras	1	kpl	24 880,00 Kč	24 880,00 Kč
montáž	1	kpl	39 200,00 Kč	39 200,00 Kč
zapojení, zprovoznění, nastavení střídače	1	kpl	29 600,00 Kč	29 600,00 Kč
revize, projektová dokumentace	1	kpl	10 000,00 Kč	10 000,00 Kč
doprava	1	kpl	5 000,00 Kč	5 000,00 Kč
<b>základní cena FVE</b>				<b>457 165,45 Kč</b>

Popis	výměra	jednotka	Cena	
			cena za kus	celkem
<b>FVE-doplnění</b>				
doplnění wifi repeatoru pro připojení střídače vč. zásuvky a propojovacího kabelu	1	ks	1 914,55 Kč	1 914,55 Kč
doplnění zálohovaných vývodů v garáži vč. proudových ochran, úprava RE, rezervní místo v novém rozvaděči pro možné budoucí napojení technologií	1	kpl	16 520,00 Kč	16 520,00 Kč
stavební přípomocce, pomocný materiál	1	kpl	7 300,00 Kč	7 300,00 Kč
<b>cena celkem bez DPH</b>				<b>482 900,00 Kč</b>
<b>Cena celkem vč. 15% DPH</b>				<b>555 335 Kč</b>
předpokládaná dotace programu Nová zelená úsporám pro oblast C.3 - fotovoltaika	1	kpl	-200 000,00 Kč	-200 000,00 Kč
<b>Cena celkem s uvažovanou dotací</b>				<b>355 335,00 Kč</b>

Tabulka 4 Cena instalace

V tabulce 4 jsou uvedeny ceny nejen za komponenty, ale i za montáž a zprovoznění, které obsahují ceny rozvaděčů, kabelové rozvody a jejich následné zapojení a revizi celého návrhu. Dále i doplňky fotovoltaické elektrárny, jako jsou například stavební přípomocce, pomocný materiál, wifi repeator pro střídač a další. Cena obsahuje podání žádosti o dotaci z programu NZÚ, vč. doložení veškerých potřebných dokladů. Dotace je proplácena zpětně až po dokončení realizace.

Pro vypočítání doby návratnosti lze využít výpočtový program, který lze najít na stránkách dotačního programu Nová zelená úsporám [46]. Program dokáže vypočítat dobu návratnosti, podle námi zadaných hodnot. Do programu se zadají hodnoty celkové ceny instalace fotovoltaické elektrárny [Kč], cena nakupované energie [Kč/kWh], náklady na údržbu [Kč/kWp/rok], hlavní způsob vytápění, roční spotřeby elektrické energie atd. (viz. obr. 18). Dále se vyplní informace o instalaci neboli orientace a sklon panelů, výkon jednotlivých stringů, typ modulů, o jaký typ systému se jedná, způsob připojení a velikost akumulace (viz. obr. 19). Po vyplnění všech informací, program automaticky vypočítá předpokládaný odhad doby návratnosti, který vyšel na cca. 13 let.



## Identifikace žadatele

Jméno a příjmení žadatele

Název žadatele

## Identifikace nemovitosti

Obec (číslo)

Katastrální území (číslo)

Číslo listu vlastnictví

Ulice

Číslo popisné

Město

Kraj

## Ekonomické údaje

 Chci spočítat i odhad ekonomické bilance

Cena nakupované energie (Kč/kWh)

Výkupní cena energie (Kč/kWh)

Náklady na údržbu (Kč/kWp/rok)

Diskont (%)

Předpokládaná cena systému, je-li známá (Kč)

## Informace o objektu

Hlavní způsob vytápění

Hlavní způsob přípravy TV

Typ rodinného domu

Celková vytápěná plocha (m<sup>2</sup>)

Počet členů domácnosti

Roční spotřeba elektrické energie (kWh)

Příprava pokrmů

Doplňující údaje

 Bazén Klimatizace Dobíjení elektromobilu Akumulace do baterií Dodávka přebytků do sítě

Počet různě orientovaných střech, na kterých plánujete instalaci

## Identifikace zpracovatele návrhu

Jméno a příjmení zpracovatele

Obchodní název zpracovatele

[Přejít k vyplnění informací o instalaci](#)

Informace o instalaci

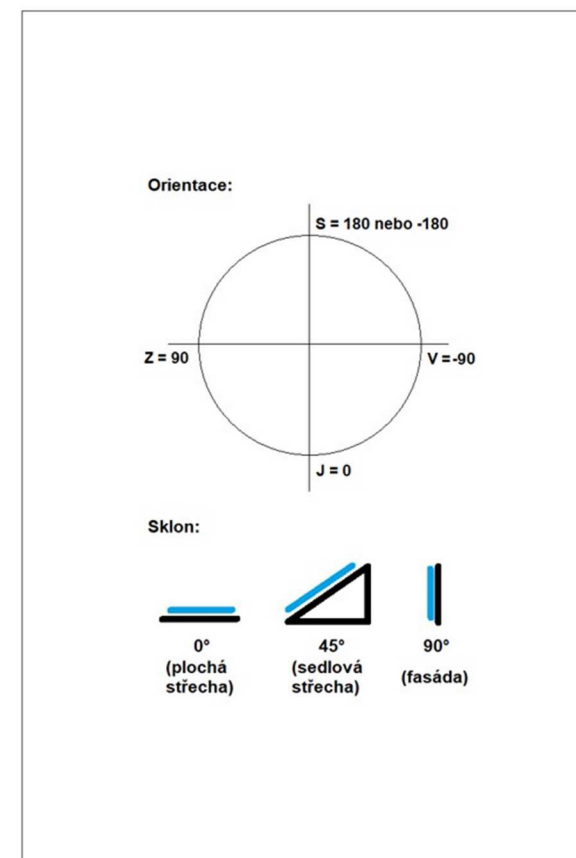
Identifikace plochy	Pinst. (kWp)	Orientace (°)	Sklon (°)
Plocha 1	<input type="text" value="4,32"/>	<input type="text" value="-94"/>	<input type="text" value="35"/>
Plocha 2	<input type="text" value="4,32"/>	<input type="text" value="86"/>	<input type="text" value="35"/>
Plocha 3	<input type="text" value="0"/>	<input type="text" value="0"/>	<input type="text" value="0"/>
Plocha 4	<input type="text" value="0"/>	<input type="text" value="0"/>	<input type="text" value="0"/>
Plocha 5	<input type="text" value="0"/>	<input type="text" value="0"/>	<input type="text" value="0"/>
Plocha 6	<input type="text" value="0"/>	<input type="text" value="0"/>	<input type="text" value="0"/>
Plocha 7	<input type="text" value="0"/>	<input type="text" value="0"/>	<input type="text" value="0"/>
Plocha 8	<input type="text" value="0"/>	<input type="text" value="0"/>	<input type="text" value="0"/>

Typ modulů	<input type="text" value="Klasické křemíkové moduly"/>
Typ systému	<input type="text" value="FVE s hybridním měničem a akumulátory"/>
Způsob připojení	<input type="text" value="3f"/>
Plánovaná velikost akumulace (kWh)	<input type="text" value="11,5"/>
Typové označení PV modulů	<input type="text" value="SUNPRO SP540-144M10"/> SVT: <input type="text" value="26635"/>
Typové označení měniče	<input type="text" value="Solax X3-HYBRID-10.0-1"/> SVT: <input type="text" value="30597"/>
Typové označení akumulátorů	<input type="text" value="Solax T-BAT H 5.8"/>



Orientace a sklon systému:



## 9 Závěr

Téma zabývající se návrhem fotovoltaické elektrárny s výkonem do 10 kW na rodinný dům je v současné době rozmachu ve fotovoltaických elektrárnách aktuální.

V teoretické části se práce zabývá jednotlivými prvky fotovoltaické elektrárny, jako jsou panely, střídače, akumulátory a další zařízení. V této části jsou také uvedeny normy, podmínky a zákony, podle kterých se musí výstavba fotovoltaické elektrárny řídit. Dále se práce zabývá programem Nová zelená úsporám a jeho požadavky pro získání potřebných dotací. Práce také popisuje distribuční síť v České republice.

Praktická část bakalářské práce se zabývá návrhem fotovoltaické elektrárny s výkonem do 10 kW pro rodinný dům.

Návrh fotovoltaické elektrárny na rodinný dům je zrealizován tak, aby splňoval všechny normy, podmínky a zákony. Návrh splňuje ochranu, zkratu a přetížení. Jsou zde uvedeny výpočty pro realizaci návrhu. Práce obsahuje výkresovou dokumentaci, která se nachází v přílohách 1- 5 a skládá ze všech rozvaděčů nacházející se v objektu a ze schéma napájení.

Návrh se skládá z 16 panelů o výkonu 8,64 kWp. Je složen z hybridního střídače a akumulátory, do kterých bude ukládána přebytečná energie.

Praktická část také obsahuje ekonomické zhodnocení návrhu a dobu návratnosti, která vyšla na 13 let.

## 10 Seznam použitých zdrojů

- [1] M. M. Králová, „Fotoelektrický jev,“ [Online]. Available: <http://edu.techmania.cz/cs/encyklopedie/fyzika/kvanta/fotoelektricky-jev>. [Přístup získán 23 11 2022].
- [2] „Bequerelové,“ ČEZ, [Online]. Available: <https://www.cez.cz/edee/content/microsites/solarni/f6.htm>. [Přístup získán 23 11 2022].
- [3] Ministerstvo průmyslu a obchodu, „Obnovitelné zdroje energie,“ 09 2019. [Online]. Available: <https://www.mpo.cz/assets/cz/energetika/statistika/obnovitelne-zdroje-energie/2019/9/Obnovitelne-zdroje-energie-2018.pdf>. [Přístup získán 20 10 2022].
- [4] epet, „Sluneční energie: Výhody, využití i největší producenti,“ 01 10 2021. [Online]. Available: <https://www.epet.cz/slunecni-energie-vyhody-vyuziti-i-nejvetsi-producenti/>. [Přístup získán 20 10 2022].
- [5] D. Vobořil, „Fotovoltaické elektrárny - princip funkce a součásti, elektrárny v ČR,“ O energetice.cz, 16 12 2016. [Online]. Available: <https://oenergetice.cz/obnovitelne-zdroje-energie/fotovoltaicka-elektrarna-princip-funkce-a-soucasti>. [Přístup získán 28 10 2022].
- [6] ČEZ, „Fotovoltaický jev,“ [Online]. Available: <https://www.cez.cz/edee/content/microsites/solarni/f8.htm>. [Přístup získán 16 01 2023].
- [7] pcc Group, „Fotovoltaické panely vs. solární panely – rozdíly,“ 24 01 2022. [Online]. Available: <https://www.products.pcc.eu/cs/blog/fotovoltaicke-panely-vs-solarni-panely-rozdily/>. [Přístup získán 28 10 2022].
- [8] Schlieger, „Monokrystalický half-cell panel,“ [Online]. Available: <https://www.schlieger.cz/slovník/monokrystalicky-half-cell-panel/>. [Přístup získán 09 12 2022].
- [9] Green energy trading, „Přehled a význam dvou nejpoužívanějších výrazů,“ [Online]. Available: <https://www.getrading.eu/blog/9902-prehled-a-vyznam-dvou-nejpouzivanejsich-vyrazu-a.html>. [Přístup získán 30 01 2023].
- [10] Krajiczech, „Konstrukce české značky Krajiczech,“ [Online]. Available: <https://www.krajiczech.cz/content/6-konstrukce-pro-fve>. [Přístup získán 24 11 2022].
- [11] BCE, „Baterie pro fotovoltaiku – typy, výhody, nedostatky,“ 08 04 2020. [Online]. Available: <https://www.bce.cz/baterie-pro-fotovoltaiku-typy-vyhody-nedostatky/>. [Přístup získán 28 10 2022].
- [12] Helion.cz, „Fotovoltaika s bateriemi,“ 2022. [Online]. Available: <https://helion.cz/novinky/fotovoltaika/fotovoltaika-s-bateriemi/>. [Přístup získán 30 01 2023].
- [13] Z. Buček, „Jaké vybrat baterie pro fotovoltaiku? Výhody a nevýhody jednotlivých druhů,“ elektrickevozy, 21 09 2022. [Online]. Available: <https://elektrickevozy.cz/clanky/jake-baterie-pro-fotovoltaiku-vyhody-a-nevyhody>. [Přístup získán 28 10 2022].
- [14] Schlieger, „Virtuální baterie,“ [Online]. Available: [https://www.schlieger.cz/slovník/virtualni-baterie/?gclid=CjwKCAjw8JKbBhBYEiwAs3sxN3P8TQrd7Nu3BA4683RfnJy-4YdwW-nX\\_Ehe4i0GS4fsULIAM8oz3hoCIIEQAvD\\_BwE](https://www.schlieger.cz/slovník/virtualni-baterie/?gclid=CjwKCAjw8JKbBhBYEiwAs3sxN3P8TQrd7Nu3BA4683RfnJy-4YdwW-nX_Ehe4i0GS4fsULIAM8oz3hoCIIEQAvD_BwE). [Přístup získán 28 10 2022].

- [15] E.ON, „Co je to virtuální baterie a jak funguje,“ [Online]. Available: <https://www.eon.cz/radce/zelena-energie/solarni-energie/co-je-to-virtualni-baterie-a-jak-funguje/>. [Přístup získán 21 01 2023].
- [16] B. Zemková, „Střídače do fotovoltaické elektrárny: Jak vybrat ten nejvhodnější?,“ *Elektřina.cz*, 28 04 2020. [Online]. Available: <https://www.elektrina.cz/stridace-do-fotovoltaicke-elektrarny>. [Přístup získán 29 10 2022].
- [17] S. energie, „SYSTÉMY ŘÍZENÍ A REGULACE SÍTĚ,“ ČEZ Distribuce, [Online]. Available: <https://www.svetenergie.cz/cz/energetika-zblizka/distribuce-elektriny/distribuce-elektricke-energie-podrobne/systemy-rizeni-a-regulace-site/vyklad>. [Přístup získán 05 11 2022].
- [18] S. energie, „Distribuční soustava,“ ČEZ Distribuce, [Online]. Available: <https://www.svetenergie.cz/cz/energetika-zblizka/distribuce-elektriny/distribuce-elektricke-energie-podrobne/distribucni-soustava/vyklad>. [Přístup získán 10 11 2022].
- [19] eru.cz, „Energetický regulační řád,“ [Online]. Available: <https://www.mpo.cz/cz/ochrana-spotrebitele/spotrebitelsky-asistencni-system/energeticky-regulacni-urad--252186/><https://www.mpo.cz/cz/ochrana-spotrebitele/spotrebitelsky-asistencni-system/energeticky-regulacni-urad--252186/>. [Přístup získán 08 11 2022].
- [20] R. *Elektřina.cz*, „*Elektřina.cz*,“ 10 04 2014. [Online]. Available: <https://www.elektrina.cz/distribuce-elektriny>. [Přístup získán 10 11 2022].
- [21] Kurzycz, „Distributoři elektřiny,“ [Online]. Available: <https://www.kurzy.cz/elektrina/distributori>. [Přístup získán 08 11 2022].
- [22] Č. Distribuce, „Připojovací podmínky NN,“ 01 04 2022. [Online]. Available: <https://www.cezdistribuce.cz/webpublic/file/edee/distribuce/pripojovacipodminkynn.pdf>. [Přístup získán 10 11 2022].
- [23] Lukáš Král a Jiří Janda, *TECHNICKÉ PODMÍNKY PŘIPOJENÍ PRE*, PRE Distribuce, 2021.
- [24] Eg.d, „Požadavky na umístění, provedení a zapojení měřicích souprav u zákazníků a malých výroben s připojovaným výkonem do 250 kW připojených k elektrické síti nízkého napětí,“ 01 07 2022. [Online]. Available: [https://www.egd.cz/sites/default/files/2022-09/egd\\_2022\\_pripojovaci\\_podminky\\_06.pdf](https://www.egd.cz/sites/default/files/2022-09/egd_2022_pripojovaci_podminky_06.pdf). [Přístup získán 10 11 2022].
- [25] Provozovatelé distribučních soustav, „Pravidla provozování distribučních soustav Příloha 4,“ 02 2022. [Online]. Available: [https://www.cezdistribuce.cz/webpublic/file/edee/distribuce/ppds/ppds-2022\\_priloha-4.pdf](https://www.cezdistribuce.cz/webpublic/file/edee/distribuce/ppds/ppds-2022_priloha-4.pdf). [Přístup získán 10 11 2022].
- [26] P. p. d. soustav, „Pravidla provozování distribučních soustav,“ 02 2022. [Online]. Available: [https://www.cezdistribuce.cz/webpublic/file/edee/distribuce/ppds/ppds-2022\\_priloha-4.pdf](https://www.cezdistribuce.cz/webpublic/file/edee/distribuce/ppds/ppds-2022_priloha-4.pdf). [Přístup získán 10 11 2022].
- [27] ČEZ, „Pro výrobce,“ ČEZ distribuce, [Online]. Available: <https://www.cezdistribuce.cz/cs/pro-vyrobc>. [Přístup získán 10 11 2022].
- [28] M. p. m. rozvoj, „Metodická pomůcka Ministerstva pro místní rozvoj k umístování, povolování a užívání fotovoltaických staveb a zařízení,“ 11 04 2022. [Online]. Available: <https://www.komora-khk.cz/informacni-servis-khk-khk/ostatni-informace/metodicka-pomucka-ministerstva-pro-mistni-rozvoj-k-umistovani-povolovani-a-uzivani-fotovoltaickych-staveb-a-zarizeni/>. [Přístup získán 10 11 2022].

- [29] J. Čech, „Kdy potřebujete licenci k fotovoltaické elektrárně,“ 09 08 2022. [Online]. Available: <https://www.dumazahrada.cz/clanek/licence-k-fotovoltaicke-elektrarne-20220809.html>. [Přístup získán 24 11 2022].
- [30] Elektrické instalace nízkého napětí-část 7-712: Zařízení jednoúčelová a ve zvláštních objektech-Fotovoltaické systémy, Praha: Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, 2016.
- [31] ČEZ Distribuce, „Připojovací podmínky pro výrobní elektrárny,“ 01 08 2020. [Online]. Available: <https://www.cezdistribuce.cz/webpublic/file/edee/distribuce/pripojovacipodminkyvyrobnny.pdf>. [Přístup získán 13 11 2022].
- [32] eFVE.cz, „Způsoby provozování fotovoltaické elektrárny,“ 14 12 2020. [Online]. Available: <https://efve.cz/zpusoby-provozovani-fotovoltaicke-elektrarny/>. [Přístup získán 13 11 2022].
- [33] V. Matajs, „Jak funguje ostrovní fotovoltaický systém,“ Solární experti, 27 03 2015. [Online]. Available: <https://www.solarniexpert.cz/jak-funguje-ostrovní-off-grid-fotovoltaicky-system/>. [Přístup získán 18 11 2022].
- [34] schlieger, „Co jsou přetoky do sítě a co s nimi dělat,“ 31 08 2022. [Online]. Available: <https://www.schlieger.cz/radce/pretoky-do-site/>. [Přístup získán 19 11 2022].
- [35] Solarcontrols s.r.o., „Základní popis funkce,“ [Online]. Available: [https://solarcontrols.cz/cz/watrouter\\_function.html](https://solarcontrols.cz/cz/watrouter_function.html). [Přístup získán 18 11 2022].
- [36] I. J. Šuvarský, „Měření po fázích je pro vlastníky malých fotovoltaik problém. Jak mu předejít?,“ S-POWER, 29 01 2018. [Online]. Available: <https://oze.tzb-info.cz/fotovoltaika/16878-mereni-po-fazich-je-pro-vlastniky-malych-fotovoltaik-problem-jak-mu-predejiti>. [Přístup získán 18 11 2022].
- [37] Schlieger, „Smart meter,“ [Online]. Available: <https://www.schlieger.cz/slovník/smart-meter/>. [Přístup získán 18 11 2022].
- [38] Schneider Electric, *Microgrid - inteligentní mikrosítě pro řízení spotřeby a výroby více zdrojů energie*, Praha, 2022.
- [39] Státní fond životního prostředí České republiky, „Nová zelená úsporám,“ [Online]. Available: <https://www.sfzp.cz/dotace-a-pujcky/nova-zelena-usporam/>. [Přístup získán 27 01 2023].
- [40] Nová zelená úsporám, „Závazné pokyny pro žadatele a příjemce podpory programu Nová zelená úsporám,“ 01 06 2022. [Online]. Available: <https://novazelenausporam.cz/dokument/2532>. [Přístup získán 27 01 2023].
- [41] J. Kropáč, „Instalace fotovoltaických panelů se bát nemusíte,“ 18 01 2021. [Online]. Available: <https://fachmani.cz/clanek-292692-instalace-fotovoltaicky-panelu-se-bat-nemusite>. [Přístup získán 20 11 2022].
- [42] bma, „Šest kroků, jak dostat fotovoltaiku na střechu a elektrinu do domu,“ iDnes.cz, 19 08 2022. [Online]. Available: [https://www.idnes.cz/hobby/domov/serial-energie-fotovoltaika-montaz.A220818\\_134534\\_hobby-domov\\_bma](https://www.idnes.cz/hobby/domov/serial-energie-fotovoltaika-montaz.A220818_134534_hobby-domov_bma). [Přístup získán 20 11 2022].
- [43] Acetex, „Sklon a orientace střechy pro ideální fungování fotovoltaické elektrárny,“ [Online]. Available: <https://acetex.cz/clanky-energeticka-optimalizace/sklon-a-orientace-strechy-pro-idealni-fungovani-fotovoltaicke-elektrarny>. [Přístup získán 20 11 2022].

- [44] SUNPRO power, „M10 HIEFF TWIN MONO by SUNPRO 540W,“ [Online]. Available: <https://sunpropower.com/wp-content/uploads/2022/03/Monofacial-SunPro-Grand-M10-Mono-PERC-halfcut-datasheets.pdf>. [Přístup získán 15 12 2022].
- [45] SOLAX, „X3-HYBRID G4,“ [Online]. Available: [file:///C:/Users/spevak/Downloads/Datasheet\\_X3-HYBRID-G4.PDF](file:///C:/Users/spevak/Downloads/Datasheet_X3-HYBRID-G4.PDF). [Přístup získán 15 12 2022].
- [46] Nová zelená úsporám, „Výpočtový nástroj pro optimalizaci návrhu fotovoltaických systémů - rodinné domy,“ [Online]. Available: <https://novazelenausporam.cz/dokument/2557>. [Přístup získán 07 03 2023].
- [47] „Datové centrum,“ Wilmington (DE), 1 Říjen 2017. [Online]. Available: <https://managementmania.com/cs/datove-centrum-data-centre>. [Přístup získán 8 Únor 2019].
- [48] ČSN EN 50600-1 (367260), Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, 2013.
- [49] J. Dvořák, „Stupně a půlstupně TIER aneb pravda o datových centrech,“ Coolhousing, 3 Únor 2015. [Online]. Available: <https://www.coolhousing.net/cz/stupne-a-pulstupne-tier-aneb-pravda-o-datovych-centrech>. [Přístup získán 8 Únor 2019].
- [50] „Jsou datacentra s TIER certifikací opravdu bezpečnější?,“ ITbiz.cz, 3 Duben 2014. [Online]. Available: <https://www.itbiz.cz/clanky/jsou-datacentra-s-tier-certifikaci-opravdu-bezpecnejsi>. [Přístup získán 8 Únor 2017].
- [51] „Klasifikace datových center,“ bajty.eu, 7 Březen 2014. [Online]. Available: [www.bajty.eu/2014/03/klasifikace-datovych-center.html](http://www.bajty.eu/2014/03/klasifikace-datovych-center.html). [Přístup získán 8 Únor 2019].
- [52] C. Allen, „Data Center Tiers Classification Explained: Make An Educated Choice,“ phoenixNAP, 2 Květen 2018. [Online]. Available: [https://phoenixnap.com/blog/data-center-tiers-classification?fbclid=IwAR35n-nc6mbrspGzhjtNx\\_ZfCnoeuYz8RTq6n37tn38JE1hiUQ4y3fTkws8](https://phoenixnap.com/blog/data-center-tiers-classification?fbclid=IwAR35n-nc6mbrspGzhjtNx_ZfCnoeuYz8RTq6n37tn38JE1hiUQ4y3fTkws8). [Přístup získán 8 Únor 2019].
- [53] „TIER a certifikace,“ Datacentrum WEDOS, 15 Května 2017. [Online]. Available: <https://datacentrum.wedos.com/a/372/tier-certifikace.html>. [Přístup získán 8 Únor 2019].
- [54] „Datová centra,“ Ibg, [Online]. Available: <https://www.ibg.cz/reseni/datova-centra/>. [Přístup získán 8 Únor 2019].
- [55] „Diesel generator,“ 4 Únor 2019. [Online]. Available: [https://en.wikipedia.org/wiki/Diesel\\_generator](https://en.wikipedia.org/wiki/Diesel_generator). [Přístup získán 11 Únor 2019].
- [56] „Power usage effectiveness,“ 2 Listopad 2018. [Online]. Available: [https://en.wikipedia.org/wiki/Power\\_usage\\_effectiveness](https://en.wikipedia.org/wiki/Power_usage_effectiveness). [Přístup získán 11 Únor 2019].
- [57] „Zdroj nepřerušovaného napájení,“ 10 Květen 2018. [Online]. Available: [https://cs.wikipedia.org/wiki/Zdroj\\_nepřerušovaného\\_napájení](https://cs.wikipedia.org/wiki/Zdroj_nepřerušovaného_napájení). [Přístup získán 11 Únor 2019].
- [58] „Různé typy systémů UPS,“ Schneider Electric, 2010. [Online]. Available: [https://www.apc.com/salestools/SADE-5TNM3Y/SADE-5TNM3Y\\_R7\\_CZ.pdf](https://www.apc.com/salestools/SADE-5TNM3Y/SADE-5TNM3Y_R7_CZ.pdf). [Přístup získán 11 Únor 2019].
- [59] „Line-Interaktivní UPS,“ [Online]. Available: <http://power-tech.cz/napajeci-systemy/topologie-ups/line-interaktivni-ups/>. [Přístup získán 11 Únor 2019].

- [60] „Off-Line UPS,“ [Online]. Available: <http://power-tech.cz/napajeci-systemy/topologie-ups/off-line-ups/>. [Přístup získán 11 Únor 2019].
- [61] „Dvojkonverzní On-Line UPS,“ [Online]. Available: <http://power-tech.cz/napajeci-systemy/topologie-ups/dvojkonverzni-on-line-ups/>. [Přístup získán 11 Únor 2019].
- [62] Ing. Radek Procházka, „Požadavky na elektrický silnoproudý rozvod,“ 19 Březen 2007. [Online]. Available: <https://elektro.tzb-info.cz/3980-pozadavky-na-elektricky-silnoproudy-rozvod>. [Přístup získán 8 Únor 2019].
- [63] Martin Zikmund , „UPS na setrvačnick,“ 17 Říjen 2002. [Online]. Available: <https://www.zive.cz/clanky/ups-na-setrvacnik--to-tu-jeste-nebylo/sc-3-a-108959/default.aspx>. [Přístup získán 11 Únor 2019].
- [64] ČSN EN 60664-1 ed. 2 (330420) - Koordinace izolace zařízení nízkého napětí - Část 1: Zásady, požadavky a zkoušky, Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, 2008.
- [65] ČSN EN 62305-1 ed. 2 (341390) - Ochrana před bleskem - Část 1: Obecné principy, Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, 2011.
- [66] ČSN EN 62305-2 ed. 2 (341390) - Ochrana před bleskem - Část 2: Řízení rizika, Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, 2012.
- [67] ČSN 33 2000-5-534 ed. 2 (332000) - Elektrické instalace nízkého napětí - Část 5-53: Výběr a stavba elektrických zařízení - Odpojování, spínání a řízení - Oddíl 534: Přepěťová ochranná zařízení, Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, 2016.
- [68] ČSN EN 62305-3 ed. 2 (341390) - Ochrana před bleskem - Část 3: Hmotné škody na stavbách a ohrožení života, Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, 2012.
- [69] ČSN EN 50310 ed. 4 (369072) - Soustavy pospojování pro telekomunikace v budovách a jiných stavbách, Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, 2017.
- [70] ČSN 33 2000-4-444 (332000) - Elektrické instalace nízkého napětí - Část 4-444: Bezpečnost - Ochrana před napěťovým a elektromagnetickým rušením, Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, 2011.
- [71] „Trocha teorie,“ [Online]. Available: <https://www.triton.cz/cs/datova-centra/trocha-teorie>. [Přístup získán 11 Únor 2019].
- [72] „DPH Series, Three Phase, 25 - 75/150/200 kW, Scalable up to 800 kW in parallel,“ [Online]. Available: [https://www.deltapowersolutions.com/media/download/Manual\\_UPS\\_DPH-25-75kW\\_en-us.pdf](https://www.deltapowersolutions.com/media/download/Manual_UPS_DPH-25-75kW_en-us.pdf). [Přístup získán 26 Březen 2019].
- [73] „Motorgenerátory,“ [Online]. Available: <https://zeppelin.cz/cs/downloads/ES-konstrukcni-katalog-2019.pdf>. [Přístup získán 26 Březen 2019].
- [74] „Fiamm 12FLB200 12V 55Ah VRLA Battery,“ [Online]. Available: <https://www.blueboxbatteries.co.uk/brands/fiamm/flb/12flb200-battery>. [Přístup získán 26 Březen 2019].
- [75] D. Vobořil, „Vodní elektrárny - princip, rozdělení, elektrárny v ČR,“ O energetice.cz, 24 11 2016. [Online]. Available: <https://oenergetice.cz/obnovitelne-zdroje-energie/vodni-elektrarny-princip-a-rozdeleni>. [Přístup získán 20 10 2022].



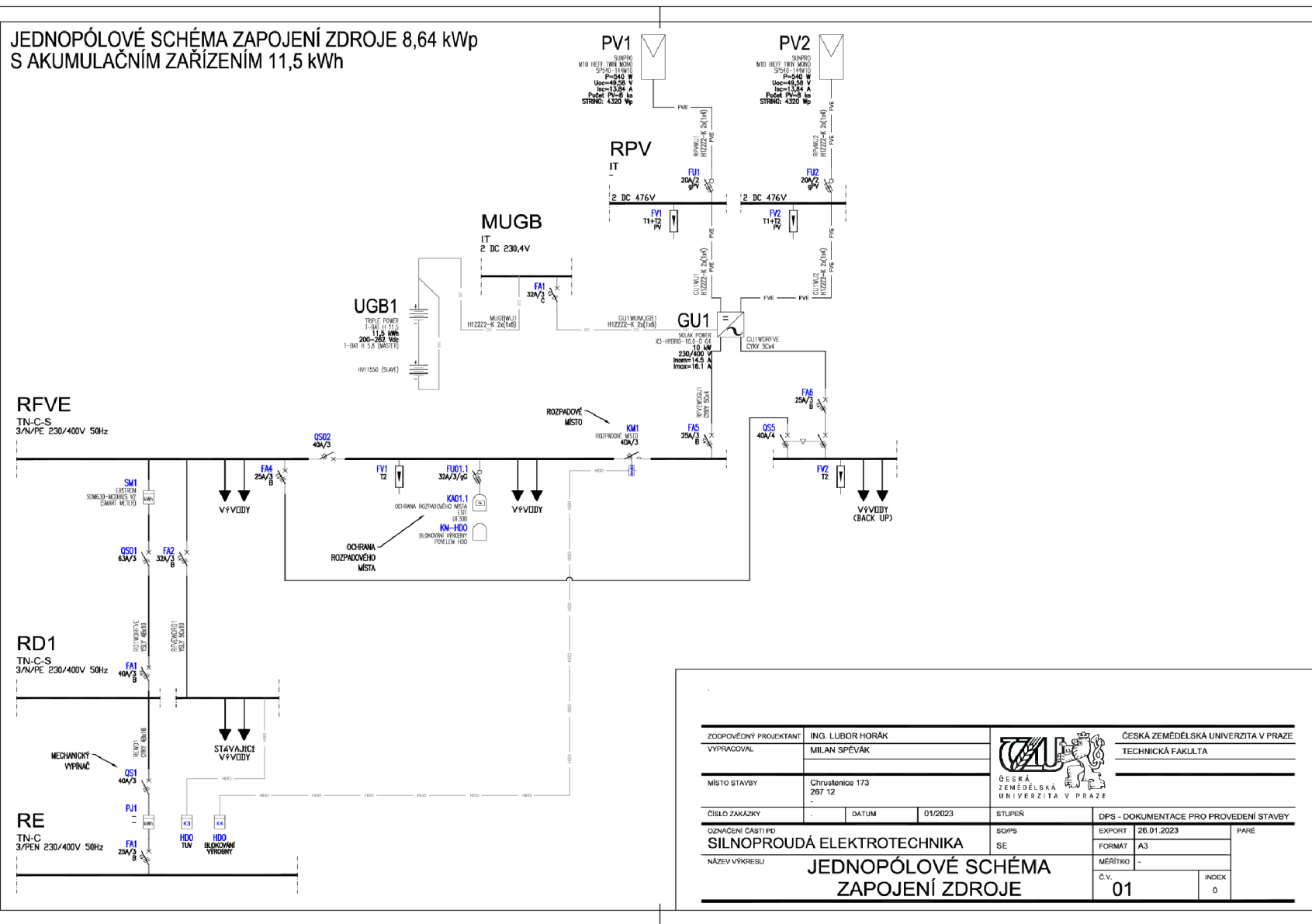
- [76] D. Vobořil, „Větrné elektrárny - princip, rozdělení, elektrárny v ČR,“ O energetice.cz, 28 02 2015. [Online]. Available: <https://oenergetice.cz/typy-elektren/vetrne-elektarny-princip-cinnosti-zakladni-rozdeleni>. [Přístup získán 20 10 2022].
- [77] EnviWeb, „Historie fotovoltaiky,“ 15 06 2013. [Online]. Available: <https://www.enviweb.cz/95784>. [Přístup získán 10 10 2022].
- [78] ČTK, „Až 50kWp fotovoltaiku bude možné postavit bez stavebního povolení a provozovat bez licence, schválila vláda,“ 27 09 2022. [Online]. Available: <https://oze.tzb-info.cz/129965-az-50kwp-fotovoltaiku-bude-mozne-postavit-bez-stavebniho-povoleni-a-provozovat-bez-licence-schvalila-vlada>. [Přístup získán 18 11 2022].
- [79] SOLAX, „X3-HYBRID G4,“ [Online]. Available: <https://shop.iftech.cz/solarni-menice/3236-solarni-menic-solax-x3-hybrid-100-d-g4-wifi-ct.html>. [Přístup získán 15 12 2022].

## 11 Seznam příloh

01	Schéma napájení
02	Schéma rozvaděče RFVE
03	Schéma rozvaděče RPV
04	Schéma boxu MUGB
05	Schéma rozvaděče RE

# 12 Příloha 1. – Schéma napájení

## JEDNOPÓLOVÉ SCHÉMA ZAPOJENÍ ZDROJE 8,64 kW S AKUMULAČNÍM ZAŘÍZENÍM 11,5 kWh



ZODPOVĚDNÝ PROJEKTANT	ING. LUBOR HORÁK		ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE
VYPRACOVAL	MILAN SPĚVÁK		TECHNICKÁ FAKULTA
MÍSTO STAVBY	Chruštovice 173 267 12	ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE	
ČÍSLO ZAKÁZKY		DATUM	01/2023
OZNACENÍ ČÁSTI PD	SILNOPROUDÁ ELEKTROTECHNIKA	STUPEŇ	DPS - DOKUMENTACE PRO PŘEVODĚNÍ STAVBY
NÁZEV VÝKRESU	JEDNOPÓLOVÉ SCHÉMA ZAPOJENÍ ZDROJE	SE	EXPORT 26.01.2023 FORMÁT A3 MĚŘÍTKO - Č.v. 01 INDEX 0

# 13 Příloha 2. – Schéma rozvaděče RFVE



DOKUMENTACE JE PRAVIDELNĚ PROVEDENA DLE PLATNÝCH ČSN A PŘEDPISŮ SOUVISEJÍCÍCH V ROZSAHU PRO STUPEŇ PD PRO STAVEBNÍ ŘÍZENÍ. PŘÍPADNÉ ZMĚNY BUDOU ŘEŠENY V JEJÍM DALŠÍM STUPNI NEBO V RÁMCI AUTORSKÉHO DOZORU PROJEKTANTA.


03		
02		
01		
REVIZE č.	OBSAH REVIZE	DATUM REVIZE

±0,000 = 258,050 m n. m. Bpv

INVESTOR

## Příloha 2.: Schéma rozvaděče RFVE

Chrustenice 173,  
267 12

	ZODPOVĚDNÝ PROJEKTANT	ING. LUBOR HORÁK	
	VYPRACOVAL	Milan Spěvák	
NÁZEV AKCE	MÍSTO STAVBY	Chrustenice 173 267 12	
PŘÍLOHA 2.: SCHÉMA ROZVADĚČE RFVE	ČÍSLO ZAKÁZKY	-	
	DATUM	01/2023	
	STUPEŇ	DPS - DOKUMENTACE PRO PRAVÁNÍ STAVBY	
OZNAČENÍ ČÁSTI PD	SILNOPROUDÁ ELEKTROTECHNIKA		SO/PS
NÁZEV VÝKRESU	ROZVADĚČ RFVE		SE
	EXPORT	_26.01.2023	PARÉ
	FORMÁT	_7 x A4	
	MĚŘÍTKO	-	
Č.V.	02	INDEX	0

**AUTORSKÁ PRÁVA – UPOZORNĚNÍ:**

Projektová dokumentace je autorským dílem ve smyslu zákona č. 121/2000 Sb. (autorský zákon).  
 Autori sdílují souhlas a užití projektové dokumentace pro stavebníka a pro účel zajištění stavebního povolení.  
 Kopírování, zveřejnění a jiné šíření jakýchkoli částí projektové dokumentace nebo použití jiné součástí je zákonem zakázáno.  
 Bez předchozího písemného souhlasu autorů nelze provádět změny projektu či stavby prováděné podle tohoto projektu. Veškerá práva vlastnická autorských práv jsou vyhrazena a chráněna zákonem.  
 Porušení autorských práv je trestné a bude stíháno dle trestního zákona.

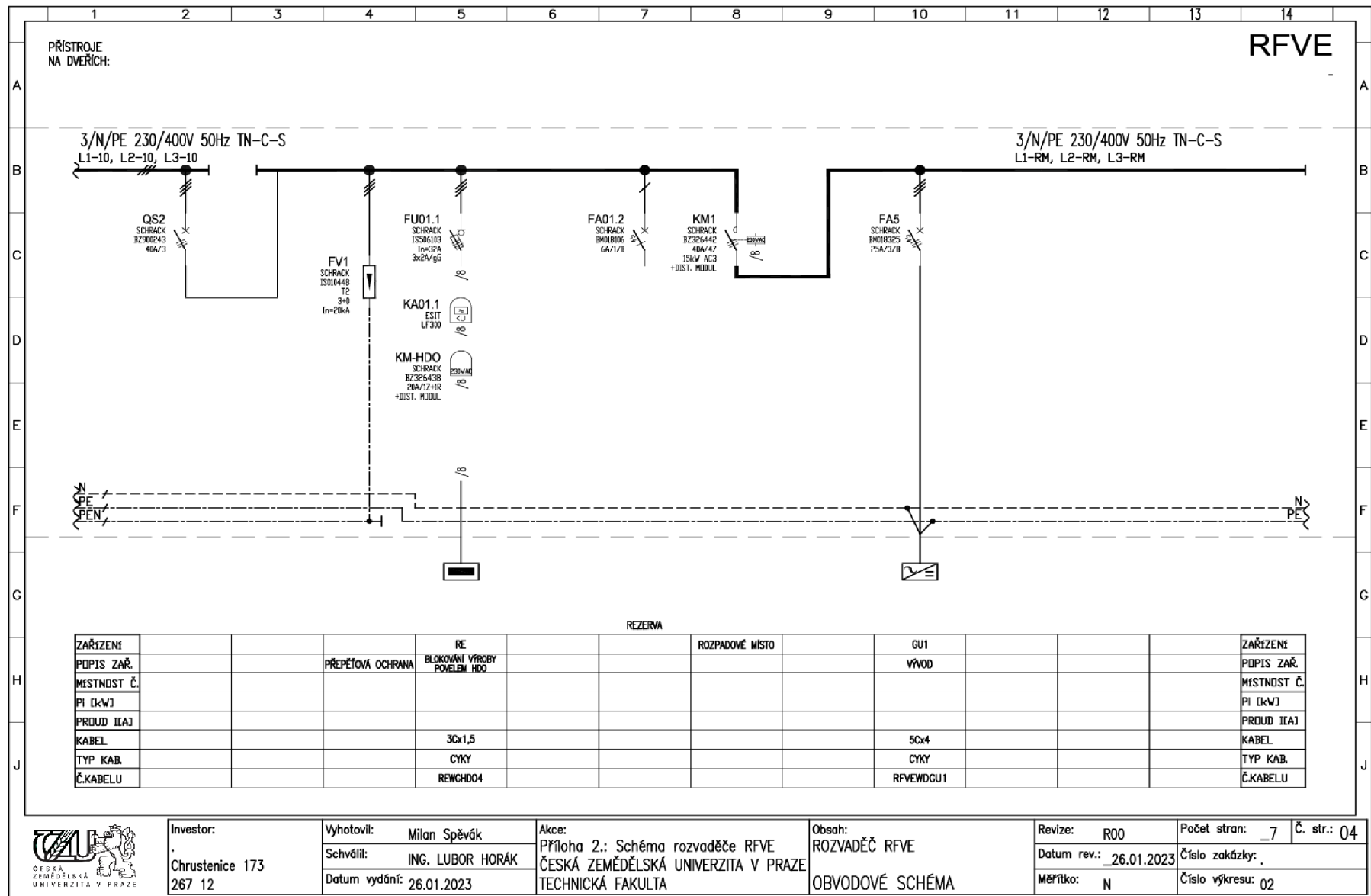
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																													
A	<table border="1"> <tr> <td>Označení rozváděče:</td> <td colspan="13">RFVE</td> </tr> <tr> <td>Účel:</td> <td colspan="13">ROZVADĚČ FVE (FOTOVOLTAIKY)</td> </tr> <tr> <td>Specifikace skříně; typ:</td> <td colspan="13">NÁSTĚNNÝ ROZVADĚČ (SCHRACK ILC2A524)</td> </tr> <tr> <td>Rozměry skříně /v x š x h/ mm:</td> <td colspan="13">905 x 545 x 140</td> </tr> <tr> <td>Rozměry podstavce /v x š x h/ mm:</td> <td colspan="13">-</td> </tr> <tr> <td>Krytí:</td> <td colspan="13">IP30/20C</td> </tr> <tr> <td>Barva skříně:</td> <td colspan="13">RAL 9016</td> </tr> <tr> <td>Kabelové přívody:</td> <td colspan="13">HOREM</td> </tr> <tr> <td>Kabelové vývody:</td> <td colspan="13">HOREM</td> </tr> <tr> <td>Umístění pantů:</td> <td colspan="13">VPRAVO</td> </tr> <tr> <td>Jmenovité hodnoty:</td> <td colspan="13"></td> </tr> <tr> <td>Hlavní obvody:</td> <td colspan="3">Síť</td> <td colspan="10">ZÁLOHOVANÁ SÍŤ (BACK UP)</td> </tr> <tr> <td>jmenovité pracovní napětí Ue:</td> <td colspan="3">400 V</td> <td colspan="10">400 V</td> </tr> <tr> <td>jmenovitý proud In:</td> <td colspan="3">40 A</td> <td colspan="10">25 A</td> </tr> <tr> <td>jmenovitý krátkodobý výdržný proud Icw:</td> <td colspan="3">do 10 kA</td> <td colspan="10">do 10 kA</td> </tr> <tr> <td>jmenovitý dynamický proud Ipk:</td> <td colspan="3">do 16 kA</td> <td colspan="10">do 16 kA</td> </tr> <tr> <td>druh sítě:</td> <td colspan="3">3/N/PE 230/400V 50Hz TN-C-S</td> <td colspan="10">3/N/PE 230/400V 50Hz TN-S</td> </tr> <tr> <td>Pomocné obvody:</td> <td colspan="13"></td> </tr> <tr> <td>jmenovité pracovní napětí Ue:</td> <td colspan="13">-</td> </tr> <tr> <td>druh sítě:</td> <td colspan="13">-</td> </tr> <tr> <td>Ochrana před úrazem el. proudem:</td> <td colspan="13">dle ČSN 33 2000-4-41 ed. 3 čl. 411 AUTOMATICKÝM ODPOJENÍM OD ZDROJE .. ..</td> </tr> <tr> <td>Prostředí instalace, pracovní podmínky:</td> <td colspan="13">VNITŘNÍ PROSTORY</td> </tr> <tr> <td>Provedení rozváděče:</td> <td colspan="13">dle ČSN EN 61439-1 ed.2 dle ČSN EN 61439-3</td> </tr> <tr> <td>Poznámka:</td> <td colspan="13">- VYBAVIT SCHRÁNKOU NA DOKUMENTACI - ROZVADĚČ MUSÍ BÝT OPATŘEN ZNAKEM UPOZORŇUJÍCÍ NA VÝSKYT FOTOVOLTAICKÉ INSTALACE NA BUDOVĚ DLE ČSN 33 2000-7-712 ED. 2 OBRÁZKU 712.514.101 (ČL. 712.514.101). . . .</td> </tr> </table>													Označení rozváděče:	RFVE													Účel:	ROZVADĚČ FVE (FOTOVOLTAIKY)													Specifikace skříně; typ:	NÁSTĚNNÝ ROZVADĚČ (SCHRACK ILC2A524)													Rozměry skříně /v x š x h/ mm:	905 x 545 x 140													Rozměry podstavce /v x š x h/ mm:	-													Krytí:	IP30/20C													Barva skříně:	RAL 9016													Kabelové přívody:	HOREM													Kabelové vývody:	HOREM													Umístění pantů:	VPRAVO													Jmenovité hodnoty:														Hlavní obvody:	Síť			ZÁLOHOVANÁ SÍŤ (BACK UP)										jmenovité pracovní napětí Ue:	400 V			400 V										jmenovitý proud In:	40 A			25 A										jmenovitý krátkodobý výdržný proud Icw:	do 10 kA			do 10 kA										jmenovitý dynamický proud Ipk:	do 16 kA			do 16 kA										druh sítě:	3/N/PE 230/400V 50Hz TN-C-S			3/N/PE 230/400V 50Hz TN-S										Pomocné obvody:														jmenovité pracovní napětí Ue:	-													druh sítě:	-													Ochrana před úrazem el. proudem:	dle ČSN 33 2000-4-41 ed. 3 čl. 411 AUTOMATICKÝM ODPOJENÍM OD ZDROJE .. ..													Prostředí instalace, pracovní podmínky:	VNITŘNÍ PROSTORY													Provedení rozváděče:	dle ČSN EN 61439-1 ed.2 dle ČSN EN 61439-3													Poznámka:	- VYBAVIT SCHRÁNKOU NA DOKUMENTACI - ROZVADĚČ MUSÍ BÝT OPATŘEN ZNAKEM UPOZORŇUJÍCÍ NA VÝSKYT FOTOVOLTAICKÉ INSTALACE NA BUDOVĚ DLE ČSN 33 2000-7-712 ED. 2 OBRÁZKU 712.514.101 (ČL. 712.514.101). . . .																										
Označení rozváděče:	RFVE																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																										
Účel:	ROZVADĚČ FVE (FOTOVOLTAIKY)																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																										
Specifikace skříně; typ:	NÁSTĚNNÝ ROZVADĚČ (SCHRACK ILC2A524)																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																										
Rozměry skříně /v x š x h/ mm:	905 x 545 x 140																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																										
Rozměry podstavce /v x š x h/ mm:	-																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																										
Krytí:	IP30/20C																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																										
Barva skříně:	RAL 9016																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																										
Kabelové přívody:	HOREM																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																										
Kabelové vývody:	HOREM																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																										
Umístění pantů:	VPRAVO																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																										
Jmenovité hodnoty:																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																											
Hlavní obvody:	Síť			ZÁLOHOVANÁ SÍŤ (BACK UP)																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																							
jmenovité pracovní napětí Ue:	400 V			400 V																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																							
jmenovitý proud In:	40 A			25 A																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																							
jmenovitý krátkodobý výdržný proud Icw:	do 10 kA			do 10 kA																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																							
jmenovitý dynamický proud Ipk:	do 16 kA			do 16 kA																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																							
druh sítě:	3/N/PE 230/400V 50Hz TN-C-S			3/N/PE 230/400V 50Hz TN-S																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																							
Pomocné obvody:																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																											
jmenovité pracovní napětí Ue:	-																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																										
druh sítě:	-																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																										
Ochrana před úrazem el. proudem:	dle ČSN 33 2000-4-41 ed. 3 čl. 411 AUTOMATICKÝM ODPOJENÍM OD ZDROJE .. ..																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																										
Prostředí instalace, pracovní podmínky:	VNITŘNÍ PROSTORY																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																										
Provedení rozváděče:	dle ČSN EN 61439-1 ed.2 dle ČSN EN 61439-3																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																										
Poznámka:	- VYBAVIT SCHRÁNKOU NA DOKUMENTACI - ROZVADĚČ MUSÍ BÝT OPATŘEN ZNAKEM UPOZORŇUJÍCÍ NA VÝSKYT FOTOVOLTAICKÉ INSTALACE NA BUDOVĚ DLE ČSN 33 2000-7-712 ED. 2 OBRÁZKU 712.514.101 (ČL. 712.514.101). . . .																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																										
B																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																											
C																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																											
D																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																											
E																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																											
F																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																											
G																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																											
H																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																											
J																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																											
<table border="1"> <tr> <td rowspan="3"> </td> <td>Investor:</td> <td>Vyhotovil:</td> <td>Akce:</td> <td>Obsah:</td> <td>Revize:</td> <td>Počet stran:</td> <td>Č. str.:</td> </tr> <tr> <td>Chrutenice 173</td> <td>Milan Spěvák</td> <td>Příloha 2.: Schéma rozvaděče RFVE</td> <td>ROZVADĚČ RFVE</td> <td>R00</td> <td>_7</td> <td>02</td> </tr> <tr> <td>267 12</td> <td>ING. LUBOR HORÁK</td> <td>ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE</td> <td>ZÁKLADNÍ ÚDAJE</td> <td>Datum rev.: 26.01.2023</td> <td>Číslo zakázky:</td> <td></td> </tr> <tr> <td></td> <td>Datum vydání:</td> <td></td> <td>TECHNICKÁ FAKULTA</td> <td></td> <td>Měřitko: N</td> <td>Číslo výkresu: 02</td> <td></td> </tr> </table>																Investor:	Vyhotovil:	Akce:	Obsah:	Revize:	Počet stran:	Č. str.:	Chrutenice 173	Milan Spěvák	Příloha 2.: Schéma rozvaděče RFVE	ROZVADĚČ RFVE	R00	_7	02	267 12	ING. LUBOR HORÁK	ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE	ZÁKLADNÍ ÚDAJE	Datum rev.: 26.01.2023	Číslo zakázky:			Datum vydání:		TECHNICKÁ FAKULTA		Měřitko: N	Číslo výkresu: 02																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																
	Investor:	Vyhotovil:	Akce:	Obsah:	Revize:	Počet stran:	Č. str.:																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																				
	Chrutenice 173	Milan Spěvák	Příloha 2.: Schéma rozvaděče RFVE	ROZVADĚČ RFVE	R00	_7	02																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																				
	267 12	ING. LUBOR HORÁK	ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE	ZÁKLADNÍ ÚDAJE	Datum rev.: 26.01.2023	Číslo zakázky:																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																					
	Datum vydání:		TECHNICKÁ FAKULTA		Měřitko: N	Číslo výkresu: 02																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																					

RFVE

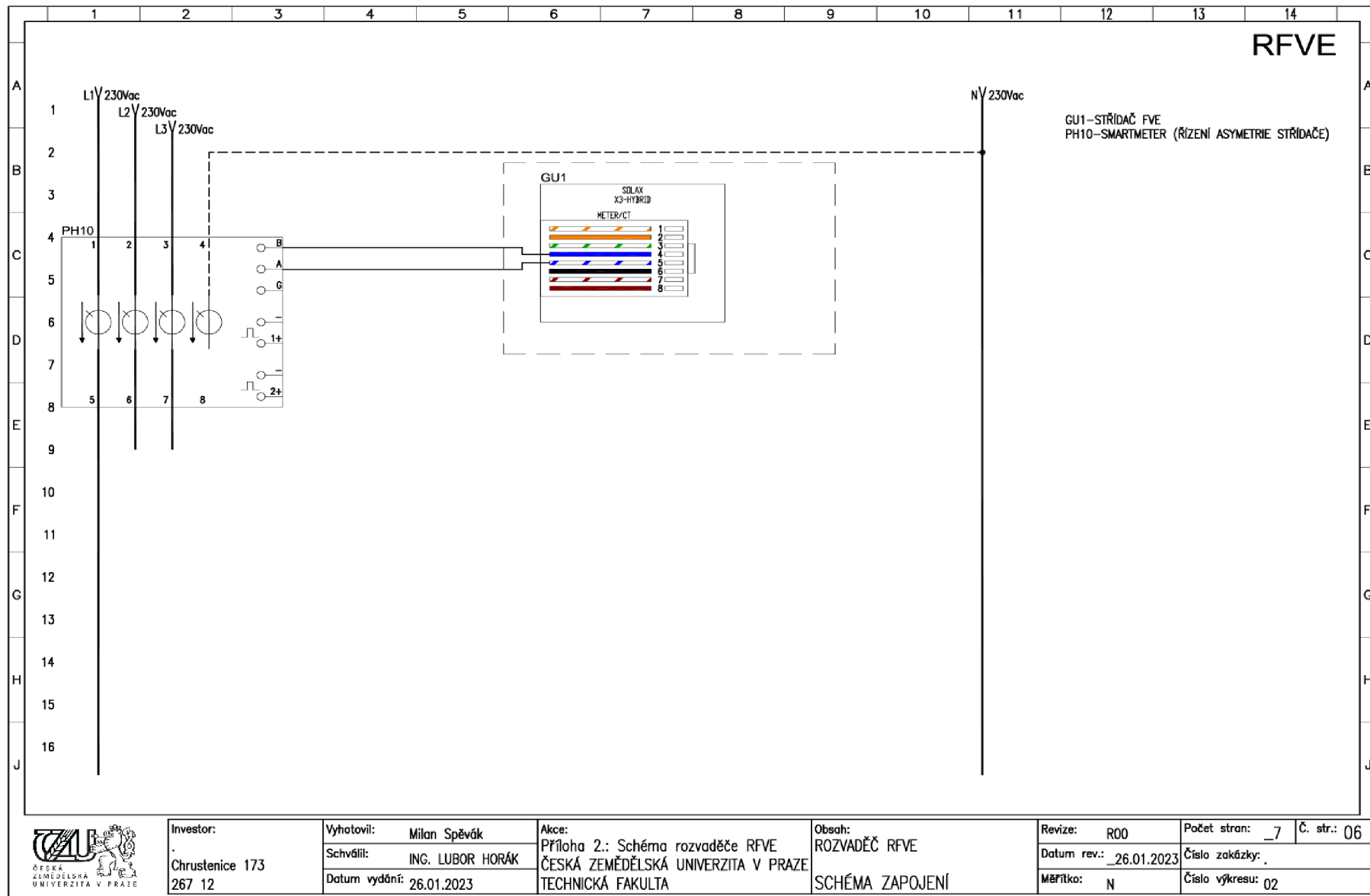
545

905

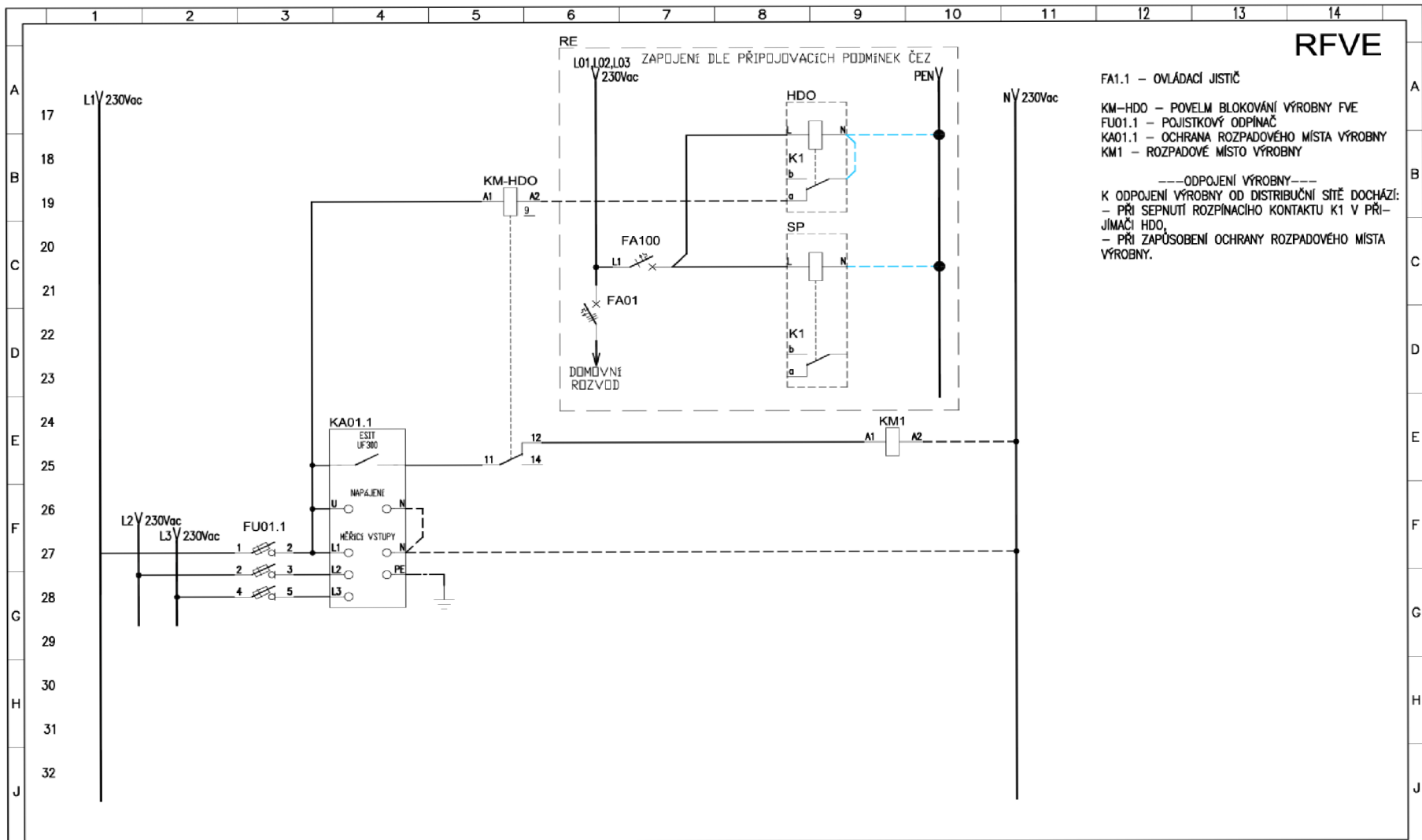
40











**RFVE**

FA1.1 – OVLÁDACÍ JISTIČ  
 KM-HDO – POVELM BLOKOVÁNÍ VÝROBNY FVE  
 FU01.1 – POJISTKOVÝ ODPINAČ  
 KA01.1 – OCHRANA ROZPADOVÉHO MÍSTA VÝROBNY  
 KM1 – ROZPADOVÉ MÍSTO VÝROBNY

---ODPOJENÍ VÝROBNY---  
 K ODPOJENÍ VÝROBNY OD DISTRIBUČNÍ SÍTĚ DOCHÁZÍ:  
 - PŘI SEPNUTÍ ROZPÍNAČHO KONTAKTU K1 V PŘÍ-  
 JÍMAČI HDO,  
 - PŘI ZAPŮSOBENÍ OCHRANY ROZPADOVÉHO MÍSTA  
 VÝROBNY.



Investor: Chrustenice 173 267 12	Vyhotovil: Milan Spěvák	Akce: Příloha 2.: Schéma rozvaděče RFVE	Obsah: ROZVADĚČ RFVE	Revize: R00	Počet stran: 7	Č. str.: 07
	Schválil: ING. LUBOR HORÁK	ČESKÁ ZEMĚĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE	TECHNICKÁ FAKULTA	Datum rev.: 26.01.2023	Číslo zakázky:	
	Datum vydání: 26.01.2023		SCHÉMA ZAPOJENÍ	Měřítko: N	Číslo výkresu: 02	

# 14 Příloha 3. – Schéma rozvaděče RPV



DOKUMENTACE JE PROVEDENA DLE PLATNÝCH ČSN A PŘEDPISŮ SOUVISEJÍCÍCH V ROZSAHU PRO STUPEŇ PD PRO STAVEBNÍ ŘÍZENÍ. PŘÍPADNÉ ZMĚNY BUDOU ŘEŠENY V JEJÍM DALŠÍM STUPNI NEBO V RÁMCI AUTORSKÉHO DOZORU PROJEKTANTA.

03		
02		
01		
REVIZE č.	OBSAH REVIZE	DATUM REVIZE

±0,000 = 258,050 m n. m. Bpv

INVESTOR

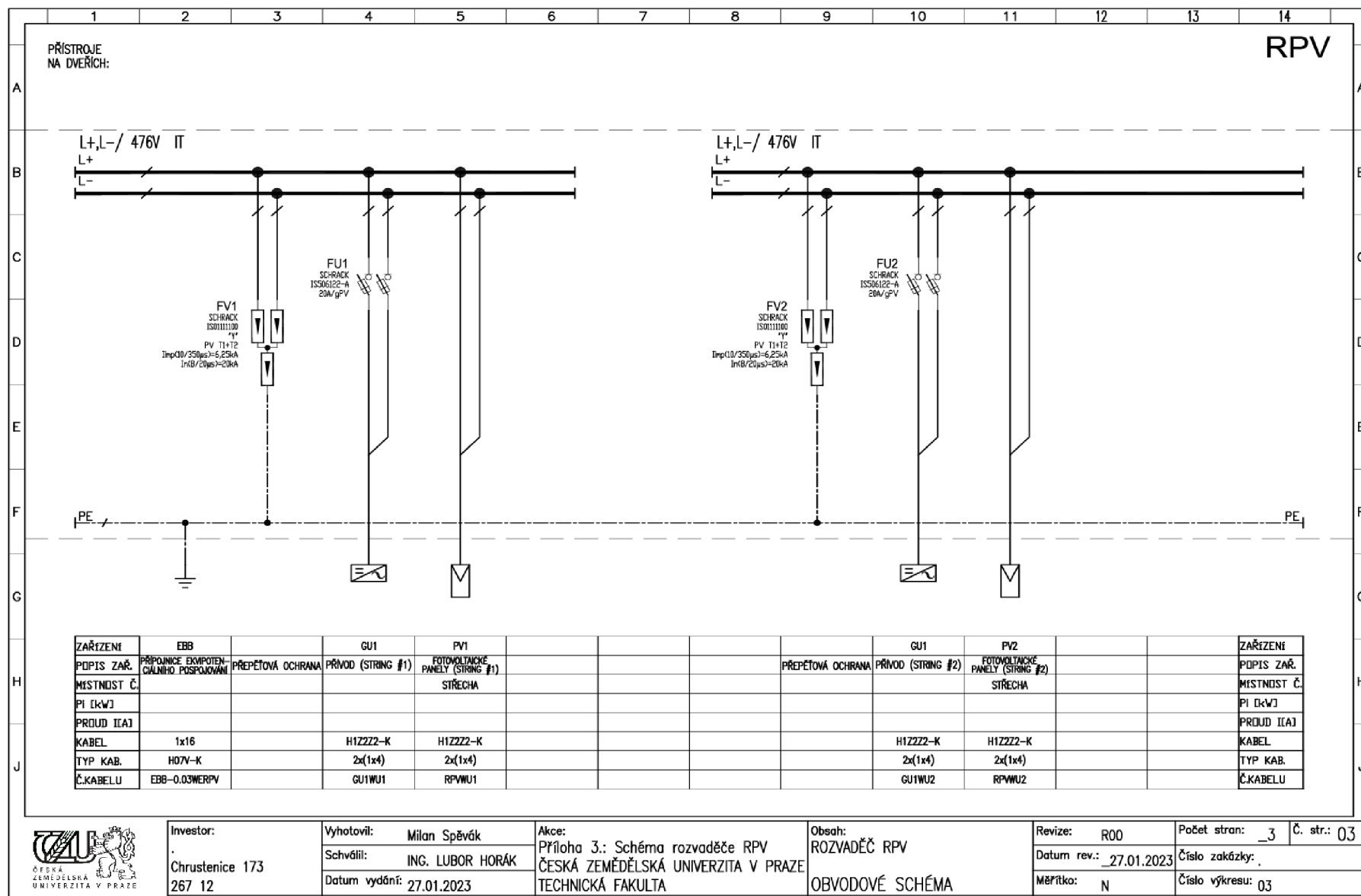
## Příloha 3.: Schéma rozvaděče RPV

Chrustenice 173,  
267 12

<p>ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE</p>	ZODPOVĚDNÝ PROJEKTANT	ING. LUBOR HORÁK	
	VYPRACOVAL	Milan Spěvák	
NÁZEV AKCE	MÍSTO STAVBY	Chrustenice 173 267 12 -	
<b>PŘÍLOHA 3.: SCHÉMA ROZVADĚČE RPV</b>	ČÍSLO ZAKÁZKY	-	
	DATUM	01/2023	
	STUPEŇ	DPS - DOKUMENTACE PRO PROVEDENÍ STAVBY	
OZNAČENÍ ČÁSTI PD	SILNOPROUDÁ ELEKTROTECHNIKA		SO/PS SE
<b>ROZVADĚČ RPV</b>	EXPORT	_27.01.2023	PARÉ
	FORMÁT	3 × A4	
	MĚŘÍTKO	-	
	Č.v.	<b>03</b>	INDEX 0

**AUTORSKÁ PRÁVA – UPOZORNĚNÍ:**  
 Projektová dokumentace je autorským dílem ve smyslu zákona č. 121/2000 Sb. (autorský zákon).  
 Autori smlouvou souhlasí s užíváním projektové dokumentace pro stavbu/řízení a pro číselný stavební povolení.  
 Kopírování, zveřejňování a jiné šíření jakýchkoli částí projektové dokumentace nebo použití jinou osobou je zákonem zakázáno.  
 Bez předchozí písemné souhlasy autorů nelze provádět změny projektu či stavby prováděné podle tohoto projektu. Veškeré práva vlastnická autorských práv jsou vyhrazena a chráněna zákonem.  
 Porušení autorských práv je trestné a bude stíháno dle trestního zákona.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
														<b>RPV</b>
A	Označení rozváděče:		RPV											
	Účel:		ROZVADĚČ FOTOVOLTAICKÝCH PANELŮ											
	Specifikace skříně; typ:		NÁSTĚNNÁ ROZVODNICE (SCHRACK BK080202)											
	Rozměry skříně /v x š x h/ mm:		258 x 319 x 144											
B	Rozměry podstavce /v x š x h/ mm:		-											
	Krytí:		IP65/20											
	Barva skříně:		UNIVERZÁLNÍ DLE DODÁVKY SKŘÍNĚ											
C	Kabelové přívoody:		SPODEM											
	Kabelové vývoody:		HOREM											
	Umístění pantů:		UNIVERZÁLNÍ DLE DODÁVKY SKŘÍNĚ											
D	Jmenovité hodnoty:													
	Hlavní obvody:		STRING #1			STRING #2								
	jmenovité pracovní napětí Ue:		476 V			476 V								
	jmenovitý proud In:		20 A			20 A								
	jmenovitý krátkodobý výdržný proud Icw:		do 10 kA			do 10 kA								
	jmenovitý dynamický proud Ipk:		do 16,9 kA			do 16,9 kA								
E	druh sítě:		L+,L-/ 476V IT			L+,L-/ 476V IT								
F	Pomocné obvody:													
	jmenovité pracovní napětí Ue:		-											
	druh sítě:		-											
	Ochrana před úrazem el. proudem:		dle ČSN 33 2000-4-41 ed. 3 čl. 411 AUTOMATICKÝM ODPOJENÍM OD ZDROJE čl. 412 DVOJITÁ NEBO ZESÍLENÁ IZOLACE -											
G	Prostředí instalace, pracovní podmínky:		Vnitřní prostory											
	Provedení rozváděče:		dle ČSN EN 61439-1 ed.2 dle ČSN EN 61439-2 ed.2											
H	Poznámka:		ROZVADĚČ ODPOVÍDÁ ČSN 33 2000-7-712 ED. 2 - ROZVADĚČ MUSÍ BÝT TŘÍDY II (ČL. 712.412.101.); - ROZVADĚČ MUSÍ BÝT UZAMYKATELNÝ (ČL. 712.537.2.2.105.) - ROZVADĚČ MUSÍ BÝT OPATŘEN UPOZORNĚNÍM "SOLÁRNÍ DC - ŽIVÉ ČÁSTI MOHOU ZŮSTAT PO ODPOJENÍ POD NAPĚTÍM" (ČL. 712.537.2.2.104) - -											
J														
	Investor:		Vyhotořil:		Akce:		Obsah:		Revize:		Počet stran:		Č. str.:	
	Chrutenice 173		Milan Spěvák		Příloha 3.: Schéma rozvaděče RPV		ROZVADĚČ RPV		R00		_3		02	
	267 12		ING. LUBOR HORÁK		ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE		ZÁKLADNÍ ÚDAJE		Datum rev.: 27.01.2023		Číslo zakázky:			
			Datum vydání: 27.01.2023		TECHNICKÁ FAKULTA				Měřítko: N		Číslo výkresu: 03			



# 15 Příloha 4. – Schéma boxu MUGB



DOKUMENTACE JE PROVEDENA DLE PLATNÝCH ČSN A PŘEDPISŮ SOUVISEJÍCÍCH V ROZSAHU PRO STUPEŇ PD PRO STAVEBNÍ ŘÍZENÍ. PŘÍPADNÉ ZMĚNY BUDOU ŘEŠENY V JEJÍM DALŠÍM STUPNI NEBO V RÁMCI AUTORSKÉHO DOZORU PROJEKTANTA.

03		
02		
01		
REVIZE č.	OBSAH REVIZE	DATUM REVIZE

±0,000 = 258,050 m n. m. Bpv

INVESTOR

## Příloha 4.: Schéma boxu MUGB

Chrštenice 173,  
267 12

<p>ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE</p>	ZODPOVĚDNÝ PROJEKTANT	ING. LUBOR HORÁK	
	VYPRACOVAL	Milan Spěvák	
NÁZEV AKCE	MÍSTO STAVBY	Chrštenice 173 267 12 -	
PŘÍLOHA 4.: SCHÉMA BOXU MUGB	ČÍSLO ZAKÁZKY	-	
	DATUM	01/2023	
	STUPEŇ	DPS - DOKUMENTACE PRO PROVEDENÍ STAVBY	
OZNAČENÍ ČÁSTI PD	SILNOPROUDÁ ELEKTROTECHNIKA		SO/PS SE
NÁZEV VÝKRESU	EXPORT	_27.01.2023	PARÉ
	FORMÁT	3 × A4	
	MĚŘITKO	-	
	Č.v.	04	INDEX 0

AUTORSKÁ PRÁVA – UPOZORNĚNÍ:

Projektová dokumentace je autorským dílem ve smyslu zákona č. 121/2000 Sb. (autorský zákon).  
Autori udeňují souhlas a užívají projektové dokumentace pro stavebníka a pro účel zajištění stavebního povolení.  
Kopírování, zveřejňování a jiné šíření jakéhokoli části projektové dokumentace nebo použití jinou osobou je striktně zakázáno.  
Bez předchozí písemné souhlasy autorů nelze provádět změny projektu či stavby prováděné podle tohoto projektu. Veškeré právo vlastnické autorských práv jsou vyhrazena a chráněna zákonem.  
Porušení autorských práv je trestné a bude stíháno dle trestního zákona.





# 16 Příloha 5. – Schéma rozvaděče RE



DOKUMENTACE JE PROVEDENA DLE PLATNÝCH ČSN A PŘEDPISŮ SOUVISEJÍCÍCH V ROZSAHU PRO STUPEŇ PD PRO STAVEBNÍ ŘÍZENÍ. PŘÍPADNÉ ZMĚNY BUDOU ŘEŠENY V JEJÍM DALŠÍM STUPNI NEBO V RÁMCI AUTORSKÉHO DOZORU PROJEKTANTA.

03		
02		
01		
REVIZE č.	OBSAH REVIZE	DATUM REVIZE

±0,000 = 275,385 m n. m. Bpv

## INVESTOR

Chrustenice 173  
267 12



ZODPOVĚDNÝ PROJEKTANT	Ing. Lubor Horák
VYPRACOVAL	Milan Spěvák

NÁZEV AKCE	MÍSTO STAVBY	Chrustenice 173 267 12
Příloha 5.: Schéma rozvaděče RE	ČÍSLO ZAKÁZKY	.
	DATUM	01/2023
	STUPEŇ	DPS - Dokumentace provedení stavby

OZNAČENÍ ČÁSTI PD	SO/PS		
SILNOPROUDÁ ELEKTROTECHNIKA	SE		
NÁZEV VÝKRESU	EXPORT	_27.01.2023	PARÉ
ROZVADĚČ RE	FORMÁT	_A x A4	
	MĚŘÍTKO	-	
	Č.V.	05	

**AUTORSKÁ PRÁVA – UPOZORNĚNÍ**  
 Projektová dokumentace je autorským dílem ve smyslu zákona č. 121/2000 Sb. (autorský zákon).  
 Autor si vyhrazuje souhlas s užitím projektové dokumentace pro slovesného a pro ústní vyjádření stavebního povolení.  
 Kopírování, zveřejňování a jiné šíření jakékoliv části projektové dokumentace nebo použití jinou osobou je zákonem zakázáno.  
 Bez předchozího písemného souhlasu autor nebere odpovědnost za změny projektu či stavby prováděné podle tohoto projektu. Veškerá práva vlastnická autorských práv jsou vyhrazena a chráněna zákonem.  
 Porušení autorských práv je trestné a bude stíháno dle trestního zákona.





