



# PROJEKTOVÁ DOKUMENTACE ZAPOJENÍ FOTOVOLTAICKÉ ELEKTRÁRNY 98,55 kWp

Nemocnice Havlíčkův Brod – Pávilon č. 13

Husova 2623

Parc. č. 1462

580 01 Havlíčkův Brod



Chytré město CZ s.r.o.

Jihlavská 2512/34

591 01 Žďár nad Sázavou

IČ: 05631521



# TECHNICKÁ ZPRÁVA

## 1. Identifikační údaje

Název akce: Fotovoltaická elektrárna 98,55 kWp

Investor: Kraj Vysočina  
Žižkova 1882/57, 587 33 Jihlava

Dodavatel: Chytré město CZ s.r.o.

Vypracoval: Ing. Martin Janeček

Kontroloval: Ing. Josef Tomášek

Datum zpracování: říjen 2024

Stupeň: Dokumentace pro provedení stavby

## 2. Seznam příloh

### A/ Textová část

1. Technická zpráva
2. Seznam zařízení

### B/ Výkresová část

1. Zjednodušené schéma zapojení FVE
2. Situační schéma

## 3. Předmět a rozsah projektu

Předmětem projektu je instalace, která je postavena na stávajícím objektu, kde je umístěna nová fotovoltaická elektrárna. Organizací, která je výstavbou dotčena je ČEZ distribuce, která dodává podmínky připojení.

Dokumentace je zpracována v rozsahu projektu dokumentace pro provedení stavby.



#### 4. Použité normy a předpisy

- ČSN 33 1310 ed. 2 Bezpečnostní požadavky na elektrické instalace a spotřebiče určené k užívání osobami bez elektrotechnické kvalifikace
- ČSN 33 1500 Elektrotechnické předpisy. Revize elektrických zařízení
- ČSN 33 2000-1 ed. 2 Elektrické instalace nízkého napětí - Základní hlediska, stanovení základních charakteristik, definice
- ČSN 33 2000-4-41 ed. 3 Elektrické instalace nízkého napětí – Ochrana před úrazem elektrickým proudem
- ČSN 33 2000-4-443 ed. 3 Elektrické instalace nízkého napětí – Ochrana před atmosférickým nebo spínacím přepětím
- ČSN 33 2000-4-444 Elektrické instalace nízkého napětí – Bezpečnost – Ochrana před napěťovým a elektromagnetickým rušením
- ČSN 33 2000-5-534 ed. 2 Elektrické instalace nízkého napětí – Přepětová ochranná zařízení
- ČSN 33 2000-5-52 ed. 2 Elektrická instalace nízkého napětí – Výběr a stavba elektrických zařízení – Elektrická vedení
- ČSN 33 2000-5-54 ed. 3 Elektrické instalace nízkého napětí – Výběr a stavba elektrických zařízení – Uzemnění a ochranné vodiče
- ČSN 33 2000-6 Elektrické instalace nízkého napětí – Revize
- ČSN 33 2000-7-712 ed. 2 Zařízení jednoúčelová a ve zvláštních objektech – Fotovoltaické (PV) systémy
- ČSN 33 2130 ed. 3 Elektrické instalace nízkého napětí – Vnitřní elektrické rozvody
- ČSN EN 50110-1 ed.3 Obsluha a práce na elektrických zařízeních – Obecné požadavky
- ČSN EN 50618 Elektrické kabely pro fotovoltaické systémy
- ČSN EN 61140 ed. 3 Ochrana před úrazem elektrickým proudem – Společná hlediska pro instalaci a zařízení
- ČSN EN 61439-3 Rozváděče nízkého napětí – Rozvodnice určené k provozování laiky (DBO)
- ČSN EN 61643-31 Ochrany před přepětím nízkého napětí – Požadavky a zkoušky pro SPD ve fotovoltaických instalacích
- ČSN EN 60529 Stupně ochrany krytem (krytí – IP kód)
- ČSN EN 62305-1 ed. 2 Ochrana před bleskem – Obecné principy
- ČSN EN 62305-2 ed. 2 Ochrana před bleskem – Řízení rizika
- ČSN 73 0810 Požární bezpečnost staveb – Společná ustanovení
- ČSN P 73 0847 Požární bezpečnost staveb – Fotovoltaické systémy
- Zákon č. 283/2021 Sb. Stavební zákon
- Zákon č. 458/2000 Sb. Energetický zákon
- Zákon 526/2020 Sb. O technických požadavcích na výrobky
- Vyhláška č. 114/2023 Sb. Vyhláška o požadavcích na bezpečnou instalaci výrobní elektřiny využívající obnovitelné zdroje energie s instalovaným výkonem do 50 kW



## 5. Výchozí podklady

- odsouhlasená nabídka
- stanovisko ČEZ
- dokumentace použitých přístrojů a zařízení
- v době zpracování projektu platné zákonné předpisy a ČSN

## 6. Projekt neřeší (řeší přílohy)

- vnější ochranu před bleskem objektu ani instalovaného FVE systému (kapitola 11.) Ochrana před bleskem v této technické zprávě slouží pro investora, jak by měl ochranu před bleskem zajistit dle platné legislativy) – řeší se samostatně.
- vliv instalace FVE systému na statiku budovy – řeší se samostatně
- požárně bezpečnostní řešení (PBŘ) – řeší se samostatně

## 7. Adresy

Adresa investora:

Kraj Vysočina  
Žižkova 57/1882  
587 33 Jihlava

Adresa výroby:

Nemocnice Havlíčkův Brod  
Husova 2623 – pavilon č. 13  
parc. č. 1462  
580 01 Havlíčkův Brod

## 8. Technický přehled parametrů výroby

Typ výroby: Střešní instalace

FV panely: 219 ks fotovoltaických panelů o výkonu 450Wp

$P_{\max}$  450 Wp

Celkový výkon elektrárny –  $219 \times 450 = 98\,550$  Wp

Účinnost min. 20,00%



Střídač: 1 ks střídač o výkonu 100kW  
EURO účinnost min. 97 %

Optimizéry: 110 ks pro dvojici panelů

Nastavení ochran dle PPDS:

Napětí 1. stupeň při $U > 115 \% U_n$ (264,5 V)	vypínací čas $t < 60$ s
Napětí 2. stupeň při $U > 120 \% U_n$ (276 V)	vypínací čas $t = 5$ s
Napětí 3. stupeň při $U > 125 \% U_n$ (287,5 V)	vypínací čas $t = 0,1$ s
Podpětí: 1. stupeň $U < 70 \% U_n$ (161 V)	vypínací čas $t = 2,7$ s
Podpětí 2. stupeň $U < 30 \% U_n$ (69 V)	vypínací čas $t = 0,15$ s
Nadfrekvence při $f > 52$ Hz	vypínací čas $t = 0,5$ s
Podfrekvence při $f < 48$ Hz	vypínací čas $t = 0,1$ s

Odchylka mimo nastavené tolerance způsobí odpojení měniče od sítě, k následnému připojení měniče do sítě dochází na základě obnovení  $U$  a  $f$  po 20 minutách, kdy plně obnoví výrobu.



Součástí systému je centrální napěťová a frekvenční ochrana (je součástí měniče). Ochrana musí být provedena a nastavena v souladu s platným předpisem „Pravidla provozování distribuční soustavy, příloha č. 4“.

Fotovoltaická elektrárna pracuje s účínkem lepším než 0,95 a proto není potřeba žádná kompenzace.



Centrální ochrana: U-f Guard

Napěťové rozmezí 207 V – 253 V, maximální doba odpojení do 100ms

Frekvenční rozmezí 49,5Hz – 50,5Hz, maximální doba odpojení do 100ms

Počet sledovaných fází – všechny 3 fáze

### 8.1. Technologický rozvaděč

V technické místnosti v suterénu bude osazen související rozváděč označený R-FVE-M4. Je navržena nástěnná rozvodnice, provedená dle požadavků ČSN EN 61439-3.

Dle ČSN 33 2130 ed. 3, čl. 7.6.15 se každý rozvaděč (rozvodnice) musí dát samostatně vypnout (např. spínačem umístěným přímo v tomto zařízení nebo v téže místnosti). Pro vypínání rozvaděče R-FVE M4 na AC straně bude sloužit příslušný nově osazený jistič ve stávajícím rozvaděči ve stejné místnosti.

### 8.2. Způsob uložení kabelových vedení

Dle ČSN 33 2000-7-712 ed. 2, čl. 712.521.101 nesmí být DC kabely uloženy přímo na povrchu střechy, ale musí být uloženy v samostatně izolovaném žlabu nebo kanálu. Dle ČSN 33 2000-5-52 ed. 2, čl. NA.5.4.3 lze na půdách a v neobytných podkrovích při kladení na hořlavý podklad nebo do hořlavých hmot použít jen vedení s příslušenstvím v utěsněné soustavě s krytím aspoň IP 42. Elektroinstalace budou provedeny měděnými kabely třídy reakce na oheň min.  $E_{ca}$  v soustavě TN-C-S. Veškeré kabely budou uchyceny v maximálních vzdálenostech dle ČSN EN 50565-1, Tabulka 1 a budou opatřeny kabelovými štítky dle požadavků ČSN 33 2000-5-52 ed. 2, čl. NA.4.5.2.5. U všech kabelů a vodičů bude provedeno jejich nesmazatelné označení štítky, na kterých bude uvedeno minimálně označení kabelu, typ kabelu a odkud je napojen.

Veškeré prostupy elektroinstalací konstrukčními prvky objektu a jednotlivými požárními úseky budou provedeny a utěsněny dle požadavků ČSN 73 0810, čl. 6.2.1 a ČSN 33 2000-5-52 ed. 2, čl. 527.2.

## 9. Základní technické údaje

Instalovaný výkon:  $P_i = 98,55 \text{ kWp}$

Napěťová soustava:

3/PEN AC 400/230 V 50Hz/ TN-C	distribuční síť ČEZ
3/N/PE AC 400/230 V 50Hz/ TN-C-S	přívod od elektroměru, rozvodnice, elektroinstalace
3/N/PE AC 400/230 V 50Hz/ TN-S	výstup střídačů PV systému
2/M DC do 1000 V/IT	stejnoseměrná část PV systému



U napěťových soustav 1000 V AC a 1500 V DC je ochrana před úrazem elektrickým proudem zajištěna uplatněním odpovídajících opatření dle ČSN EN 61140 ed. 3 a ČSN 33 2000-4-41 ed. 3:

AC 400/230 V/ TN automatickým odpojením od zdroje s ochranným uzemněním a pospojováním

DC do 1000 V/ IT automatickým odpojením od zdroje s ochranným uzemněním a pospojováním

Dle ČSN 33 2000-7-712 ed. 2, čl. 712.410.101 musí být elektrické zařízení na DC straně považováno za zařízení pod napětím i v případě, když je AC strana odpojena od sítě, anebo když je odpojen měnič.

## 10. Stavební řešení

Stavební řešení bude prováděno zjednodušeně. Na střeše objektu jsou umístěny fotovoltaické panely, které jsou uchyceny ke konstrukci, jenž je položena na střeše. Konstrukce panelů je na střeše objektu umístěna tak, aby nebyl narušený střešní plášť a nebyla porušena konstrukce střešní krytiny. Konstrukce panelů je přitížena betonovými prvky, aby nedošlo k jejímu posunutí vlivem větru. Zatížení střechy konstrukcí (včetně panelů) nesmí překročit hodnoty zatížení ve statickém posudku.

## 11. Ochrana před bleskem (není součástí projektu, řeší se samostatně)

V projektu jsou předpokládány tyto zóny ochrany před bleskem ve smyslu ČSN EN 62305-1 ed. 2:

- LPZ 0<sub>A</sub>: venkovní prostory, nechráněné před přímým úderem blesku
- LPZ 0<sub>B</sub>: venkovní prostory, chráněné před přímým úderem blesku
- LPZ 1: vnitřní chráněné prostory řešeného objektu

### Podmínky instalace PV systému na střechu objektu

Střecha objektu je rovná, dotýčný objekt je vybaven jímací soustavou.

Dle ČSN 33 2000-7-712 ed. 2, čl. 712.534.101 je-li PV systém instalovaný uvnitř prostoru chráněného LPS, pak všechny silové a řídicí kabely nebo trasy PV systému **musí být odděleny od všech částí LPS**.

Dle ČSN 33 2000-4-444, čl. 444.4.2 písm. h) musí být veškeré kabely odděleny od jímací soustavy a od svodů systému ochrany před bleskem (LPS) buď minimální vzdáleností, nebo použitím stínění. Bez přesnějšího výpočtu je předpokládána bezpečná dostatečná vzdálenost „s“ nejméně 0,6 m.

### Ochrana proti impulsnímu přepětí

Dle ČSN 33 2000-1 ed. 2, čl. 131.6.2 musí být osoby, hospodářská zvířata i majetek chráněny před poškozením v důsledku přepětí. Dle ČSN 33 2000-4-443 ed. 3, čl. 443.4 písm. a) se musí ochrana před přechodnými přepětími zjišťovat tam, kde následky způsobené přepětím postihují lidský život.

Dle ČSN 33 2000-7-712 ed. 2, čl. 712.530.3.101 pro ochranu PV AC napájecího obvodu, musí být použit proudový chránič typu B v souladu s EN 62423 ne EN 60947-2. Proudový chránič nemusí být instalován za předpokladu, že:



- měnič poskytuje alespoň jednoduché oddělení mezi AC a DC stranou
- instalace poskytuje alespoň jednoduché oddělení mezi měničem a proudovým chráničem pomocí oddělených vinutí transformátoru
- měnič nevyžaduje proudový chránič typu B, je-li tak stanoveno výrobcem měniče

## 12. Technický popis zařízení

Na hliníkovou konstrukci na střeše objektu je uloženo 219 kusů fotovoltaických panelů s nominálním výkonem 450Wp. Panely jsou rozmístěny rovnoměrně na ploché střeše budovy a zapojeny po dvojicích se stejným sklonem do optimizérů. Optimizéry jsou zapojeny celkem do 6 stringů po 36 až 37 panelech. Celkový výkon všech panelů je 98,55 kWp.

Panely jsou připevněny pomocí náklonné konstrukce, která upravuje sklon panelů 10° na východ a západ oproti rovině střechy. Propojení samotných panelů je realizováno solárními kabely s příslušnými konektory, dodaných spolu s panely. Tyto kabely jsou částečně uloženy na střeše budovy v chrániče odolné vůči UV záření a v plechovém neperforovaném žlabu min. 60 mm nad střešním pláštěm. Vedou přímo do DC rozváděče, ve kterém je provedeno jištění a ochrana pomocí svodičů přepětí. Stejnoseměrná část bude pouze vně budovy na střeše a končí ve střídači o výkonu 100 kW umístěném na střeše na samostatně stojící kovové konzole.

Od střídače povedou AC kabely do rozváděče FVE-M4, který je umístěn v technické místnosti – el. rozvodně s rozvaděči pro celou budovu, kde bude napojení na hlavní rozváděč pro celou budovu. Kabelová trasa povede stoupací šachtou ze střechy paralelně s další technickou instalací až do suterénu a tam povede v podhledu v kabelovém žlabu. Případná nespotřebovaná energie je dodávána do distribuční sítě v rámci nemocnice a následně do distribuční soustavy ČEZ. Použitá třífázová napěťová a frekvenční ochrana (součástí měniče/střídače) zajišťuje vypnutí a tím odepnutí fotovoltaického zdroje od distribuční sítě v případě výpadku napětí kterékoliv fáze v této síti nebo překročení limitních hodnot napětí a frekvence. Nastavení této ochrany je dle požadavků ČEZ, uvedené v předchozím odstavci.

V případě požáru, lze střídač vypnout samostatným vypínačem, který bude umístěn u vchodu do budovy. Dále každá dvojice panelů je opatřena optimizérem, který odpojí panely ze stringu a poníží napětí na pro hasiče bezpečnou úroveň maximálně 120 V DC.

Střídač na střeše objektu bude připojen k jednotce RTU MASTER dispečerského řízení pro odběrné místo. RTU MASTER bude umístěn v technické místnosti – el. rozvodně s rozvaděči pro celou budovu. RTU bude mít další jednotku v trafostanici, kde si RTU bude brát informace z elektroměrů o měření. Regulace činného výkonu bude provedena ve stupních 0%, 30%, 60% a 100%. Jednotka RTU MASTER, která je umístěná v technické místnosti, musí komunikovat se systémem Siemens Desigo. Komunikace mezi RTU MASTER a Siemens Desigo bude probíhat pomocí protokolu Modbus TCP s tím, že RTU bude v režimu master a Siemens Desigo v režimu slave.

Při výstavbě fotovoltaické elektrárny, která má instalovaný výkon nad 50 kWp, tak se musí dodržet ochranné pásmo minimálně 1 m od boční stěny panelu (Zákon 458/2000 §46 Ochranná pásma, odstavec 7, písmeno d, e).





### 13. Dispečerské řízení

Dispečerské řízení splňující PŘIPOJOVACÍ PODMÍNKY VN, VVN pro odběrná místa, výroby elektřiny a lokální distribuční soustavy připojené k distribuční síti vysokého a velmi vysokého napětí dle požadavků pro výroby nad 100 kW instalovaného výkonu vybavené řídicí jednotkou (RTU) pro přenos dat do dispečerského řídicího systému technického dispečinku společnosti ČEZ Distribuce, a. s., uvedeny na portálu ČEZ Distribuce.

V objektu trafostanice bude do investorem připravené rozvodnice se zkušební svorkovnicí z již instalovaných 3 vícejádrových měřících transformátorů napětí a 3 měřících transformátorů proudu na hladině VN instalováno měření odběrného místa pro přenos na energetický dispečink investora a budoucí přenos na dispečink distributora a technologie s minimálně 16 digitální vstupy pro stavy hlavních vypínačů, odpojovačů a uzemňovačů.

V suterénu pavilonu 13 bude instalována rozvodnice dispečerského řízení s řídicí jednotkou a minimálně 4 digitálními vstupy (stav jističe výroby FVE). Řídicí jednotka bude zálohována baterií, která umožní provoz dispečerského řízení po dobu minimálně 8 hodin.

V RFVE rozvodnici v technické místnosti Elektro pavilonu 13 bude v rámci dispečerského řízení instalováno měření výroby elektrické energie výroby FVE a technologie s minimálně 8 digitálními vstupy a 4 bezpotenciálovými digitálními výstupy.

Komunikace technologií ve výše uvedených lokalitách bude zajištěna pomocí VLAN v síti investora. Dispečerské řízení bude připojeno do internetu přes LAN investora.

Investor požaduje předávání stavových a naměřených hodnot pomocí protokolu Modbus TCP (dispečerské řízení musí umožnit režimy master i slave) do energetického dispečinku investora.

Dispečerské řízení musí umožnit oprávněným zástupcům odběratele online přístup k aktuálním naměřeným hodnotám napětí, proudů, činných a jalových výkonů celkem i po jednotlivých fázích z elektroměrů odběrného místa a výroby FVE a stavům regulace a monitorovaných zařízení pomocí protokolu https, k archivu naměřených hodnot napětí, proudů, činných a jalových výkonů celkem i po jednotlivých fázích a množství odebrané a dodané energie z elektroměrů odběrného místa a výroby FVE s periodou max. 900s po dobu minimálně 12 měsíců pomocí protokolu https s možností vizualizace a stažení těchto dat.



## 14. Bezpečnost při realizaci a při užívání

Při montáži a stavbě projektovaného zařízení je nutné dodržet nařízení vlády č. 362/2005 Sb., o bližších požadavcích na bezpečnost a ochranu zdraví při práci na pracovištích s nebezpečím pádu z výšky nebo do hloubky. Obsluha a práce na elektrických zařízeních se musí provádět dle bezpečnostních předpisů ČSN EN 50110-1 ed.3 a s tím související ČSN, příslušných zákonů a vyhlášek. Činnosti na el. zařízení, obsluhu přístrojů v rozvaděčích a veškeré údržbářské práce na el. zařízeních mohou provádět osoby s příslušnou odbornou způsobilostí. V prostorech resp. na elektrických zařízeních musejí být instalovány odpovídající bezpečnostní tabulky (např. Pozor el. zdroj, Pozor zpětný proud). Ve stanovených lhůtách je nutno provádět revize elektrického zařízení.

Činnosti, které může provádět osoba bez elektrotechnické kvalifikace:

- Po jednom roce provést kontrolu mechanických úchytů FV panelů, Al. konstrukcí a jejich dotažení
- Zabránit velkému množství sněhu na FV panelu, v zimních měsících
- Vizuální kontrola FV panelů

Činnosti, které může provádět osoba s příslušným nařízením vlády č. 194/2022 Sb.:

- Zkontrolovat naměřené hodnoty jednotlivých stringů. „Pozor“-při užívání sériového zapojení, je výsledné napětí vysoké a hrozí nebezpečí elektrických výbojů.
- Před veškerými pracemi na připojení výroby zajistěte, aby strany AC/DC byly odpojeny od proudu.
- Po jednom roce:
  - dotažení svorek, jističů, pojistkových odpojovačů
  - utažení a stav izolace jednotlivých vodičů a kabelů v rozvaděči
  - upevnění a správnost funkcí všech přístrojů v rozvaděči
  - označení jednotlivých přístrojů
- Po třech letech, je provedena pravidelná revize, dle normy ČSN 33 1500, ČSN 33 2000-6, ČSN 33 2000-7-712 ed. 2. Periodická revize bude obsahovat:
  - výše uvedené úkoly (obsluha a údržba el. Výroby)
  - kontrola izolačního stavu kabelů
  - funkční zkouška
  - kontrola nastavení síťových ochrany

## 15. Vliv stavby na životní prostředí

Stavba nebude mít po realizaci vliv na životní prostředí. Odpad vzniklý při montáži (obaly, odřezky kabelů a izolací a pod) je nutné ekologicky zlikvidovat. V případě výměny instalovaného zařízení, postupovat podle návodu o nakládání s demontovaným zařízením.



## SEZNAM ZAŘÍZENÍ

### **Fotovoltaické panely:**

219 ks monokrystalických fotovoltaických panelů o výkonu 450Wp  
včetně montážního systému pro orientaci východ – západ se sklonem 10°

### **DC-AC měnič napětí:**

1 ks střídače o výkonu 100kW  
Samostatně stojící střešní konzola pro střídač a DC rozváděč

### **Výkonové optimizéry:**

110 ks pro dvojici panelů

### **DC rozváděč:**

S jištěním a přepětovou ochranou 1. stupně

### **AC rozváděč:**

Určený pro FVE do 100kW s napojením na regulaci RTU

### **Kabelové rozvody:**

Kabel solární s koncovkami  
AC rozvody s příslušenstvím  
Komunikační kabeláž  
Požárně odolná kabeláž k bezpečnostnímu tlačítku

### **Bezpečnostní vypínání:**

Nouzové tlačítko – STOP FVE

### **Dispečerské řízení:**

Splňující podmínky smlouvy o připojení