

## První díl

# Zkoušky fotovoltaických elektráren před uvedením do provozu podle ČSN EN 62446-1

V současné době jsme svědky masového pořizování menších fotovoltaických systémů především na střechy rodinných domů, bytovek, škol, administrativních a průmyslových budov. K nárůstu počtu instalací FVE napomáhá růst cen elektrické energie, snaha o alespoň částečnou energetickou soběstačnost a velkou měrou k ní přispívají také státní dotace na pořízení FVE. Každá fotovoltaická instalace musí splňovat celou řadu podmínek konstrukčních i bezpečnostních, aby ji bylo možno efektivně a bezpečně provozovat. Je třeba si uvědomit, že FVE je vyhrazené elektrické zařízení, které je často obsluhováno poučenými laiky, tedy osobami bez elektrotechnické kvalifikace. Tím spíše by mělo splňovat veškeré požadavky na bezpečný provoz počínaje kompletní dokumentací s kvalitním návodem na obsluhu a údržbu a pravidelnými bezpečnostními kontrolami – revizemi konče.

Ing. Leoš KOUPÝ  
ILLKO, s. r. o.

Proto má tento článek za cíl seznámit zájemce s požadavky normy ČSN EN 62446-1 na technickou dokumentaci a postupy při provádění revizí fotovoltaických systémů.

## 1. Dokumentace k FVE

### 1.1 Normy týkající se FVS

Výchozí normou stanovující požadavky na bezpečný provoz FVE je **ČSN EN 62446-1 + A1:2023 (Fotovoltaické (PV) systémy – Požadavky na zkoušení, dokumentaci a údržbu – Část 1: Systémy spojené s rozvodnou sítí – Dokumentace, zkoušky při uvádění do provozu a kontrola)**.

Norma **ČSN EN 62446-1** se v mnoha případech odkazuje na **IEC 62548:2016** dosud v ČR nezavedenou. V těch případech je třeba informace hledat v normě **ČSN EN**

**33 2000-7-712 ed. 2:2016** (*Elektrické instalace nízkého napětí – Část 7-712: Zařízení jednoúčelová a ve zvláštních objektech – Fotovoltaické (PV) systémy*).

*Pozn.: Pokud jsou v dalším textu pro zprehlednění použita pouze čísla norem bez přesného označení a roku vydání, jsou myšlena právě výše uvedená aktuální vydání příslušných norem.*

### 1.2 Požadavky na dokumentaci

Požadavky na dokumentaci, která má být předána uživateli před uvedením FVE do provozu jsou podrobně popsány v kap. 4 normy.

#### Úvodní informace o systému:

- Základní informace o systému (jmenovitý výkon, typ, počet panelů, typ

výrobce střídače, datum instalace a uvedení do provozu, adresa instalace, jméno zákazníka).

- Informace o konstruktérovi systému (konstruktér systému – společnost, kontaktní osoba, adresa, tel., e-mail).
- Informace o instalátorovi systému (projektant systému – společnost, kontaktní osoba, adresa, tel., e-mail).

#### Schéma zapojení skutečného provedení FVE s popisem jednotlivých komponent:

- Obecné specifikace FV pole (typ, počet modulů, počet řetězců, počet modulů v řetězci, jejich konstrukce apod.).
- Popis FV řetězce (specifikace připojovacího kabelu, nadproudové ochrany, blokovací diody apod.).
- Podrobnosti elektrického zapojení pole (specifikace hlavního kabelu, připojovací skříňky pole, DC odpojovač, nadproudové a jiné ochranné obvody pole).
- Popis AC systému (popis AC odpojovače – typ, jmenovité hodnoty, nadproudové ochrany, RCD apod.).
- Uzemnění a přepětové ochrany (podrobnosti o vodičích uzemnění a pospojování, propojení k existující LPS, podrobnosti o všech nainstalovaných SPD).

#### Požadavky na další dokumentaci:

- Uspořádání řetězců pro systémy s třemi a více řetězci (výkres rozložení PV pole a zapojení do řetězců).
- Informace o mechanické konstrukci.
- Údaje o nouzových systémech (hlásiče požáru apod.).
- Pokyny pro provoz systému (postup vypnutí, zapnutí, nouzové odpojení, co dělat v případě selhání apod.).
- Pokyny pro údržbu systému. Vhodné je uvést, které práce smí provést poučená osoba bez elektrotechnické kvalifikace (čištění apod.), a které je nutno svěřit osobě s příslušnou elektrotechnickou kvalifikací (výměna komponent, opravy apod.).

- Dokumentace k zárukám (záruka na jednotlivé komponenty, montážní práce apod. s uvedením počátku záruky).
- Výsledky zkoušky a údaje o uvedení do provozu (výchozí revize).

### 1.3 Podklady pro výchozí revizi

#### Technická zpráva

- Technické údaje o FVE (typ, počet panelů, střídač, nominální elektrické parametry) kap. 4.5.
- Stanovení vnějších vlivů pro prostory vnitřní i venkovní.
- Způsob zajištění ochrany před úrazem el. proudem.
- Popis technického řešení DC i AC části.
- Popis úprav stávající elektroinstalace (elektroměrového rozváděče).
- Popis ochrany před přepětím a před bleskem (doporučení řešení, pokud není bleskosvod součástí instalace FVE); způsob vnitřní ochrany před bleskem.
- Řešení kabelových rozvodů (trasy, prostupy).

#### Další dokumentace

- Protokol o nastavení ochran.
- Protokoly o kusové zkoušce rozváděčů, prohlášení o shodě (AC rozváděč může být v provedení DBO k provozování laicky, DC rozváděč musí být výkonový rozváděč PSC).

## 2. FVE a ochrana před bleskem

Při instalaci FVS na objekt se často neřeší to, že stav ochrany objektu před účinky blesku se montáží panelů na střechu objektu může radikálně změnit. Je třeba si uvědomit, že systém ochrany před účinky atmosférické elektřiny (bleskosvod) je, zrovna tak jako FVE, vyhrazené elektrické zařízení a montáž FVS do jeho blízkosti může změnit i jeho parametry tím způsobem, že LPS se stane nevyhovujícím. Potom by mělo dojít k jeho rekonstrukci tak, aby LPS byla vyhovující a odpovídající současně platným normám a měla by být provedena jeho revize.



Dále jsou uvedeny požadavky normy **ČSN EN 33 2000-7-712 ed. 2** na ochranu FVS před přepětím s uvedením příslušných kapitol normy.

## 2.1 Obecné zásady konstrukce FVS pro snížení nebezpečí při úderu blesku

- Pokud je FVS instalován uvnitř prostoru chráněného LPS, musí být všechny živé části FVS odděleny od všech částí LPS (kap. 712.534.101).
- Pokud je to nezbytné, musí být kovové konstrukce nesoucí moduly včetně nosných systémů pro vedení kabelů ekvipotenciálně pospojovány.
- Plocha všech smyček kabelů musí být co nejmenší, hlavně pospojování modulů do řetězců.
- DC silové vodiče a vodič ekvipotenciálního pospojování mají být vedeny společně (kap. 712.521.102).
- Kabely nesmí být položeny přímo na povrchu střechy.

## 2.2 Přepětové ochrany – požadavky na instalaci

- Technické parametry – kap. 712.534.
- Instalace SPD – příl. C a kap. 712.534.103 až 105.

Obr. 1 Požadavky na umístění SPD podle ČSN 33 2000-7-712 ed. 2

Požadavky normy ČSN 33 2000-7-712 ed.2 na montáž přepětových ochrany u FVS jsou znázorněny na obr. 1 a 2. Na obr. 1 je zná-

zorněno, ve kterých místech FV systému by měly být přepětové ochrany umístěny. Z obr. 2 je potom patrné, jaké typy SPD volit a jaké jsou požadavky na jejich uzemnění v závislosti na způsobu provedení ochrany objektu před bleskem. Je třeba upozornit, že pokyny výrobců SPD mohou být odlišné a mají v tom případě přednost před ustanoveními normy.

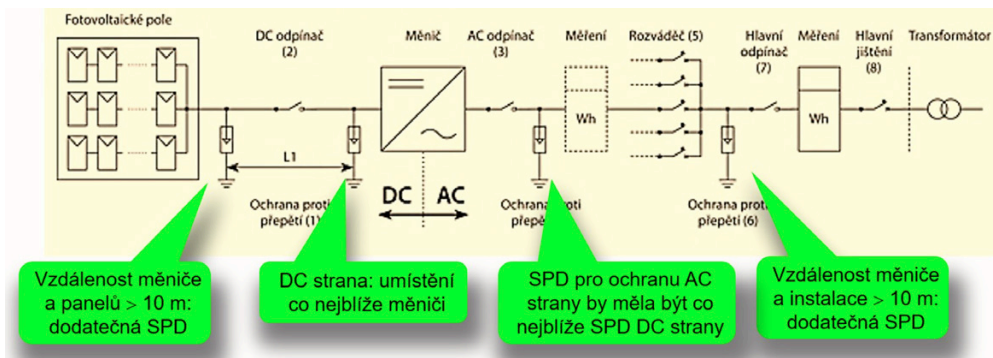
*Pozn.: Ochranou DC části FVS před přepětími prostřednictvím SPD se podrobně zabývá ČSN CLC/TS 51643-32:2024. Vzhledem k tomu, že tato norma je novější, lze proto doporučit, aby posouzení instalace FVE z hlediska ochrany před přepětím a před účinky případného úderu blesku bylo provedeno s ohledem na požadavky této normy.*

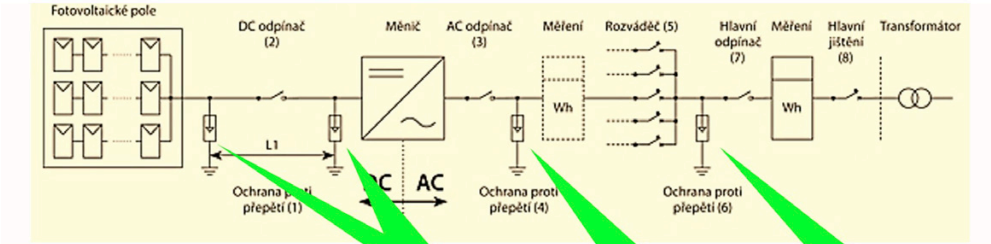
## 3. Revize FVE

Po instalaci FVE a před jejím uvedením do provozu je třeba vykonat výchozí revizi systému. Doklad o provedené revizi pak bude součástí průvodní dokumentace a měl by být uschován po celou dobu životnosti FVE. Slouží i jako podklad pro provádění následných revizí, které se konají v pravidelných intervalech.

Intervaly pravidelných revizí jsou stanoveny národními předpisy a **nesmí být delší, než je interval revize AC elektrické instalace, ke které je FVS připojen.**

Jako základ pro výchozí, ale i pravidelnou revizi především co se měření a volby





Umístění	DC strana	AC strana	HDR
FV instalace bez vnřjšího LPS	SPD třídı II / 6 mm <sup>2</sup> Cu	SPD třídı II / 6 mm <sup>2</sup> Cu	SPD třídı II / 6 mm <sup>2</sup> Cu
Vnřjší LPS s dodržnım vzdálenostı	SPD třídı II / 6 mm <sup>2</sup> Cu	SPD třídı II / 6 mm <sup>2</sup> Cu	SPD třídı I / 16 mm <sup>2</sup> Cu
Vnřjší LPS bez dodržnı vzdálenostı	SPD třídı I / 16 mm <sup>2</sup> Cu	SPD třídı I / 16 mm <sup>2</sup> Cu	SPD třídı I / 16 mm <sup>2</sup> Cu

měřicích metod tıká, se použijı ustanovenı následujıcích norem:

- DC strana FVE – **ČSN EN 62446-1 + A1: 2023**.
- AC strana FVE – **ČSN 33 2000-6 ed. 2: 2017** (IEC 60364-6:2016).
- Měřicı přístroje musı odpovıdat požadavkům souboru norem **ČSN EN 61557 a ČSN EN 61010**.

**Bezpečnostnı upozornění**

Pro měření prováděná na živě části DC strany je třeba použít takové přístroje, u kterých výrobce deklaruje, že jsou určeny pro měření na FVS a jsou k tomu konstrukčně uzpůsobeny. Při použití přístrojů, které pro tato měření nejsou určeny hrozı nebezpečı jejich poškození s následným ohroženım obsluhy. Je třeba si uvědomit, že ochranné prvky běžného přístroje určeného k použití v AC sítích nejsou dimenzovány na ochranu před poruchovými DC proudy. Při případné poruše uvnitř přístroje může u běžných přístrojů vzniknout elektrický oblouk DC proudu, který může přístroj zničit nebo i proniknout na povrch přístroje a ohrozit obsluhu.

**3.1 Obsah reviznı zprávy**

Obsah reviznı zprávy je specifikován v kapitole 9. normy, vzory jednotlivých částı reviznı zprávy lze nalézt v přílohách A, B, C.

Reviznı zpráva by měla obsahovat:

- Informace o systému (*jméno majitele, adresa umístění, jednoduchý popis systému apod.*).
- Seznam prohlédnutých a zkoušených obvodů.
- Záznam o prohlídce a výsledcích prohlıdky.
- Seznam provedených zkoušek (měření) s uvedenım a vyhodnocenım výsledků.
- Doporučenou lhůtu další revize.
- Identifikaci a podpis osoby, která revizi provedla.

Obr. 2 Volba typu SPD dle ČSN 33 2000-7-712 ed. 2; příl. C

Do výchozí revize je třeba uvést navíc ještě informace o osobách odpovědných za návrh, konstrukci a revizi systému a rozsah jejich odpovědnosti.

**3.2 Revize FVE – pracovní postup**

Revize fotovoltaického systému se skládá z následujıcích částı:

1. Prohlıdka

- Prohlıdka DC částı systému.
- Prohlıdka AC částı systému.

2. Měření na AC straně

- Provádı se potřebná měření podle ČSN 33 2000-6 ed. 2.

3. Měření na DC straně

- Kategorie 1 – testy nezbytně nutné pro ověření bezpečnosti a funkčnosti:



- Spojitost vodičů zemního nebo ekvipotenciálního pospojování.
- Zkouška polarit panelů před propojením do řetězců.
- Test připojovacích boxů (správné zapojení před propojením do řetězců).
- Zkouška proudu provozního nebo zkratového –  $I_{SC}$ .
- Zkouška napětí naprázdno –  $U_{OC}$ .
- Funkční testy (provozní zkouška).
- Izolační odpor DC obvodů.
- Kategorie 2 – rozšíření revize o další testy po provedení testů kategorie 1:
- Měření VA charakteristiky (I-V křivky) řetězců.
- Prohlídka infračervenou kamerou.
- Další testy, které se provádí podle potřeby dané měřeným FVS.

#### 4. Vypracování protokolu o provedené revizi

### 3.3 Revize FVE – prohlídka

Prohlídka DC části:

- DC systém byl navržen, specifikován a instalován všeobecně na základě požadavků norem ČSN 33 2000 a zvláště pak podle požadavků **ČSN 33 2000-7-712 ed. 2** (IEC 62548:2016).
- Zkontrolovat, zda jsou instalovány vhodné typy SPD a připojeny k uzemnění správně dimenzovanými vodiči (viz obr. 2).
- Podrobné požadavky na prohlídku DC strany jsou uvedeny v kap. 5.2 normy **ČSN EN 62446-1**.

Prohlídka AC části:

- Na AC straně je zařízení k odpojení střídače.
- Všechna odpojovací zařízení jsou zapojena tak, aby FV byl na straně zátěže a AC veřejná síť na straně zdroje.
- Pokud je na AC straně střídače instalován RCD, měl by odpovídat požadavkům **IEC 62548: 2016 / ČSN 33 2000-7-712 ed. 2**. Informace o typu RCD, který lze na AC straně FVE použít,

jsou obvykle uvedeny v dokumentaci ke střídači.

- Podrobné požadavky na prohlídku AC strany jsou uvedeny v kap. 5.2.9 normy **ČSN EN 62446-1**.

Prohlídka značení:

- Podrobné požadavky na kontrolu značení a umístění informací o systému, které by měly být viditelné přístupné na příslušných místech FVS jsou uvedeny v kap. 5.2.10 normy **ČSN EN 62446-1**.

*Pozn.: Obecné zásady použití RCD v instalacích s FV systémem jsou následující:*

- *Ve FVS nesmí být použit RCD typu AC, a nesmí být použit ani jako předřazený RCD v elektrické síti, ke které je FVS připojen.*
- *RCD typu A může být použit jen pokud existuje alespoň jednoduché galvanické oddělení DC strany (včetně baterií) od AC strany FVS, nebo pokud střídač obsahuje jiné ochranné opatření, které zabrání průniku vyhlazené DC složky proudu do AC sítě. Může jít například o detektor DC proudu > 6 mA, který odpojí výstup střídače od AC sítě, pokud do AC sítě začne téci DC proud vyšší než 6 mA, který by mohl ovlivnit vypínací schopnost chrániče typu A. Informace o způsobu ochrany před průnikem vyhlazené DC složky proudu do AC sítě by měla obsahovat technická dokumentace výrobce střídače.*
- *Není-li zřejmý způsob ochrany před průnikem vyhlazené DC složky proudu do AC sítě, musí být instalován chránič typu B. V tom případě je nutno zkontrolovat, zda tomuto RCD – B není v elektrické síti předřazen RCD typu A, nebo AC. Pokud taková situace existuje, je nutno i předřazený chránič vyměnit za typ B.*

V dalším díle se budeme věnovat vlastnímu měření při revizi FVE.

**ILLKO, s. r. o.**  
Masarykova 2226, 678 01 Blansko  
Tel.: +420 516 417 355  
E-mail: l.koupy@illko.cz  
**www.illko.cz**