

ČESKÝ TECHNICKÝ PŘEKLAD
NÁRODNÍ NORMA ČÍNSKÉ LIDOVÉ REPUBLIKY
GB 47834—2026

**Mezní hodnoty energetické účinnosti a třídy energetické účinnosti krystalických křemíkových
fotovoltaických modulů a střídačů**

*Minimum allowable values of energy efficiency and energy efficiency grades for crystalline silicon photovoltaic
modules and inverters*

Vydáno: 27. 6. 2026 • Účinnost od: 1. 1. 2027

ICS 27.010 • CCS F01

*Poznámka překladatele: Toto je neoficiální odborný překlad pořízený z čínského originálu GB 47834—2026.
Pro právní a certifikační účely je rozhodující čínské znění.*

Obsah

Předmluva

1 Rozsah platnosti

2 Normativní odkazy

3 Termíny a definice

4 Zkratky

5 Technické požadavky

5.1 Třídy energetické účinnosti

5.2 Mezní hodnoty energetické účinnosti

6 Zkušební a výpočtové metody

Příloha A (normativní) – Metoda zkoušení míry degradace při kombinovaném environmentálním namáhání

Příloha B (normativní) – Metoda zkoušení účinnosti FV síťových střídačů

Literatura

Předmluva

Tento dokument byl vypracován v souladu s pravidly GB/T 1.1—2020 „Směrnice pro normalizaci – Část 1: Struktura a pravidla pro zpracování normalizačních dokumentů“.

Upozorňuje se na možnost, že některé části tohoto dokumentu mohou být předmětem patentových práv. Vydávající orgány tohoto dokumentu nenesou odpovědnost za identifikaci jakýchkoli takových patentových práv.

Tento dokument byl navržen a je spravován Čínskou národní správou pro normalizaci.

1 Rozsah platnosti

Tento dokument stanovuje třídy energetické účinnosti, mezní hodnoty energetické účinnosti a zkušební a výpočtové metody pro krystalické křemíkové fotovoltaické moduly a fotovoltaické síťové střídače.

Tento dokument se vztahuje na pozemní fotovoltaické moduly z krystalického křemíku typu n a na fotovoltaické síťové střídače. Mezi fotovoltaické síťové střídače patří centrální síťové střídače, stringové síťové střídače a část síťového střídače v předem sestavených integrovaných fotovoltaických střídačových jednotkách.

Tento dokument se nevztahuje na:

- fotovoltaické moduly integrované do budov (BIPV);
- spotřebitelské fotovoltaické moduly;
- perovskitové/krystalické křemíkové tandemové fotovoltaické moduly;
- fotovoltaické moduly, u nichž jsou pro mřížkové vodiče článků použity bezstříbrné kovové pasty nebo bezstříbrné technologické postupy;
- grid-forming fotovoltaické síťové střídače;
- fotovoltaické síťové střídače o výkonu 20 kW a menším a stringové fotovoltaické síťové střídače o výkonu nad 500 kW.

Poznámka 1: Definice BIPV viz IEC 63092-1:2020.

Poznámka 2: Definice spotřebitelského fotovoltaického modulu viz IEC TS 63163:2021.

2 Normativní odkazy

Následující dokumenty jsou prostřednictvím normativních odkazů v textu nezbytné pro použití tohoto dokumentu. U datovaných odkazů platí pouze uvedené vydání. U nedatovaných odkazů platí nejnovější vydání citovaného dokumentu včetně všech změn.

Dokument	Český technický název
GB/T 2297	Terminologie solárních fotovoltaických energetických systémů
GB/T 6495.1—2025	Fotovoltaické součástky – Část 1: Měření proudově-napěťových charakteristik fotovoltaických zařízení
GB/T 8170	Pravidla zaokrouhlování čísel a vyjadřování a posuzování mezních hodnot
GB/T 9535.2—2025	Pozemní fotovoltaické moduly – Kvalifikace návrhu a typové schválení – Část 2: Zkušební postupy
GB/T 12325	Kvalita elektrické energie – Odchylka napájecího napětí
GB/T 14549	Kvalita elektrické energie – Harmonické ve veřejné síti
GB/T 15543	Kvalita elektrické energie – Třífázová napěťová nesymetrie
GB/T 15945	Kvalita elektrické energie – Odchylka frekvence elektrizační

	soustavy
GB/T 20840.2	Přístrojové transformátory – Část 2: Doplnkové technické požadavky na transformátory proudu
GB/T 20840.3	Přístrojové transformátory – Část 3: Doplnkové technické požadavky na indukční transformátory napětí
GB/T 34160—2017	Metoda zkoušení účinnosti fotoelektrické přeměny pozemních FV modulů
NB/T 32032—2016	Technické požadavky na zkoušení účinnosti střídačů fotovoltaických elektráren
IEC TS 60904-1-2:2024	Fotovoltaické součástky – Část 1-2: Měření proudové-napěťových charakteristik bifaciálních fotovoltaických zařízení
IEC 60904-4	Fotovoltaické součástky – Část 4: Referenční fotovoltaická zařízení – Postupy pro stanovení návaznosti kalibrace
IEC TS 60904-13	Fotovoltaické součástky – Část 13: Elektroluminiscence fotovoltaických modulů

3 Termíny a definice

Pro účely tohoto dokumentu platí termíny a definice uvedené v GB/T 2297 a dále následující.

3.1 Fotovoltaický síťový střídač

Zařízení, které převádí stejnosměrnou elektřinu na výstupu fotovoltaického pole na střídavou elektřinu a dodává ji do elektrické sítě. [Zdroj: NB/T 32004—2018, 3.1]

3.2 Maximální napětí MPP, UMPP_{max}

Nejvyšší hodnota stejnosměrného vstupního napětí, při níž je fotovoltaický síťový střídač v režimu MPPT schopen dodávat jmenovitý výkon. [Zdroj: NB/T 32032—2016, 3.13, upraveno]

3.3 Minimální napětí MPP, UMPP_{min}

Nejnižší hodnota stejnosměrného vstupního napětí, při níž je fotovoltaický síťový střídač v režimu MPPT schopen dodávat jmenovitý výkon. [Zdroj: NB/T 32032—2016, 3.14, upraveno]

3.4 Statická účinnost MPPT

Při konstantní intenzitě ozáření poměr stejnosměrné elektrické energie skutečně odebrané na vstupu zkoušeného FV síťového střídače během stanovené doby měření k teoretické stejnosměrné energii, kterou by simulátor FV pole poskytl v bodě maximálního výkonu. [Zdroj: NB/T 32032—2016, 3.7, upraveno]

3.5 Konverzní účinnost střídače

Při konstantní intenzitě ozáření poměr střídavé elektrické energie na výstupu zkoušeného FV síťového střídače během stanovené doby měření ke stejnosměrné elektrické energii na jeho vstupu. [Zdroj: NB/T 32032—2016, 3.9, upraveno]

3.6 Průměrná vážená celková účinnost

Průměr součtů vážených účinností FV síťového střídače při stanovených zatěžovacích bodech pro různá napětí MPP. Poznámka: Váhové koeficienty zatěžovacích bodů jsou stanoveny podle charakteristik solárního zdroje v Číně.

3.7 Mezní hodnota energetické účinnosti krystalického křemíkového FV modulu

Za stanovených zkušebních podmínek nejnižší dovolená účinnost fotoelektrické přeměny, nejvyšší dovolená míra degradace při kombinovaném environmentálním namáhání a/nebo nejnižší dovolený bifaciální faktor.

3.8 Mezní hodnota energetické účinnosti FV síťového střídače

Za stanovených zkušebních podmínek nejnižší dovolená průměrná vážená celková účinnost a nejnižší dovolená maximální konverzní účinnost.

4 Zkratky

Zkratka	Význam
TOPCon	Tunnel Oxide Passivating Contact – pasivovaný kontakt s tunelovou oxidovou vrstvou
HJT	Heterojunction – heteropřechod
BC	Back Contact – zadní kontakt
MPP	Maximum Power Point – bod maximálního výkonu
MPPT	Maximum Power Point Tracking – sledování bodu maximálního výkonu

5 Technické požadavky

5.1 Třídy energetické účinnosti

5.1.1 Krystalické křemíkové fotovoltaické moduly

Třídy energetické účinnosti krystalických křemíkových FV modulů se dělí do tří stupňů; třída 1 představuje nejvyšší energetickou účinnost. Účinnost fotoelektrické přeměny pro jednotlivé třídy nesmí být nižší než hodnoty uvedené v tabulce 1. Účinnost se zaokrouhluje podle GB/T 8170 na jedno desetinné místo.

Tabulka 1 – Třídy energetické účinnosti krystalických křemíkových FV modulů

Typ výrobku	Třída 1 [%]	Třída 2 [%]	Třída 3 [%]
FV modul s články TOPCon	24,0	23,7	23,2
FV modul s články HJT	23,8	23,5	23,2
FV modul s články BC	24,2	23,9	23,5

Poznámka: Účinnost fotoelektrické přeměny FV modulu se vypočítává z hodnoty pro přední stranu.

5.1.2 Fotovoltaické síťové střídače

Třídy energetické účinnosti FV síťových střídačů se dělí do tří stupňů; třída 1 představuje nejvyšší účinnost. Průměrná vážená celková účinnost a maximální konverzní účinnost nesmí být nižší než hodnoty v tabulce 2. Obě hodnoty se zaokrouhlují podle GB/T 8170 na dvě desetinná místa.

Tabulka 2 – Třídy energetické účinnosti FV síťových střídačů

Jmenovitý výstupní výkon [kW]	T1 váž. [%]	T1 max. [%]	T2 váž. [%]	T2 max. [%]	T3 váž. [%]	T3 max. [%]
20 < P ≤ 50	98,15	98,55	98,00	98,50	97,60	98,40
50 < P ≤ 100	98,20	98,60	98,05	98,55	97,80	98,45
100 < P ≤ 150	98,25	98,70	98,15	98,60	98,00	98,50
150 < P ≤ 200	98,30	98,80	98,25	98,70	98,15	98,60
200 < P ≤ 500	98,50	99,00	98,45	98,85	98,35	98,65
P > 500	98,55	99,00	98,48	98,85	98,38	98,70

5.2 Mezní hodnoty energetické účinnosti

5.2.1 Krystalické křemíkové FV moduly

Minimální požadovaná účinnost fotoelektrické přeměny odpovídá třídě 3 v tabulce 1.

Míra degradace krystalického křemíkového FV modulu při kombinovaném environmentálním namáhání nesmí být vyšší než 8,6 %. Hodnota se zaokrouhluje podle GB/T 8170 na jedno desetinné místo.

U bifaciálních krystalických křemíkových FV modulů nesmí být bifaciální faktor modulu TOPCon nižší než 75 %, modulu HJT nižší než 85 % a modulu BC nižší než 70 %. Bifaciální faktor se zaokrouhluje podle GB/T 8170 na celé procento.

5.2.2 FV síťové střídače

Mezní hodnoty energetické účinnosti FV síťových střídačů odpovídají třídě 3 v tabulce 2.

6 Zkušební a výpočtové metody

6.1 Zkoušení a výpočet účinnosti fotoelektrické přeměny krystalického křemíkového FV modulu

6.1.1 Maximální výkon přední strany FV modulu se měří za standardních zkušebních podmínek (STC).

Maximální výkon přední strany monofaciálních a bifaciálních krystalických křemíkových FV modulů se měří podle kapitoly 7 GB/T 6495.1—2025, resp. podle IEC TS 60904-1-2:2024. Výsledek měření musí být metrologicky návazný na národní etalon podle IEC 60904-4; požadavky na návaznost referenčního FV modulu první úrovně viz JJF 2061.

6.1.2 Celková plocha FV modulu se měří podle 5.3.1 GB/T 34160—2017.

6.1.3 Účinnost fotoelektrické přeměny FV modulu se vypočte podle rovnice (1):

$$\eta = P_{\text{max,přední}} / (G \times S) \times 100 \% \quad (1)$$

kde: η je účinnost fotoelektrické přeměny; $P_{\text{max,přední}}$ je maximální výkon přední strany FV modulu za STC [W]; G je ozáření dopadající na horní povrch FV modulu [W/m^2]; S je celková plocha FV modulu [m^2].

6.2 Metoda zkoušení míry degradace při kombinovaném environmentálním namáhání

Míra degradace krystalického křemíkového FV modulu při kombinovaném environmentálním namáhání se zkouší podle přílohy A.

6.3 Zkoušení a výpočet bifaciálního faktoru

Bifaciální faktor krystalického křemíkového FV modulu se zkouší podle IEC TS 60904-1-2:2024.

$$\varphi = P_{\text{max,zadní}} / P_{\text{max,přední}} \times 100 \% \quad (2)$$

kde: φ je bifaciální faktor; $P_{\text{max,zadní}}$ je maximální výkon zadní strany FV modulu za STC [W].

6.4 Metoda zkoušení účinnosti FV síťového střídače

Účinnost FV síťového střídače se zkouší podle přílohy B.

Příloha A (normativní)

Metoda zkoušení míry degradace FV modulu při kombinovaném environmentálním namáhání

A.1 Výběr zkušebních vzorků

U řady FV modulů se shodným návrhem, shodnými výchozími materiály a shodnými rozměry se jako reprezentativní vzorek pro zkoušku kombinovaným environmentálním namáháním vybere libovolný typ doporučený výrobcem. Vzorky tohoto typu musí pocházet ze stejné výrobní šarže. Počet vzorků nesmí být menší než 2; jeden se použije jako zkušební kus a druhý jako kontrolní kus.

A.2 Zkušební metody

A.2.1 Stabilizační zkouška

Provádí se metodou podle 4.19 GB/T 9535.2—2025.

A.2.2 Vizuální kontrola

Provádí se metodou podle 4.1 GB/T 9535.2—2025.

A.2.3 EL zkouška

Provádí se metodou podle IEC TS 60904-13.

A.2.4 Zkouška výkonu za standardních zkušebních podmínek

A.2.4.1 Provádí se metodou podle 4.6 GB/T 9535.2—2025.

A.2.4.2 U modulů, které jsou po UV ozáření v nestabilním stavu, lze v případě potřeby před zkouškou provést stabilizaci podle A.2.1. Pokud se provede stabilizace osvětlením nebo jiný zásah, musí být příslušné informace zaznamenány ve zkušebním protokolu.

A.2.5 Izolační zkouška

Provádí se metodou podle 4.3 GB/T 9535.2—2025.

A.2.6 Zkouška svodového proudu za mokra

Provádí se metodou podle 4.15 GB/T 9535.2—2025.

A.2.7 Zkouška UV – vlhké teplo

A.2.7.1 Zkušební zařízení musí splňovat následující požadavky:

- a) Klimatická komora: regulace teploty a vlhkosti; rozsah teplot 25 °C až 95 °C, kolísání ± 1 °C, odchylka ± 2 °C, homogenita ± 2 °C; relativní vlhkost 30 % až 85 %, kolísání ± 3 %, odchylka ± 3 %, homogenita ± 5 %. Komora musí umožnit instalaci/podepření modulů a volnou cirkulaci vzduchu; držáky musí odolávat korozi a stárnutí.
- b) UV zdroj: podle 4.10 GB/T 9535.2—2025; 280–400 nm, včetně UVB 280–320 nm a UVA 320–400 nm; UVB tvoří 3–7 % celkové energie UV(A+B); UVC <280 nm tvoří $\leq 0,5$ % UV(A+B+C); homogenita UV ozáření na účinné ploše ± 15 %, absolutní chyba indikace ozáření ≤ 12 %.
- c) Radiometr: v rovině modulu, zaznamenává ozáření a kumulovanou dávku; absolutní chyba indikace ≤ 5 %; monitorovaný UV rozsah alespoň 280–400 nm.
- d) Teplotní snímače: absolutní chyba indikace ≤ 2 °C; nejméně jeden snímač teploty vzorku a jeden snímač okolní teploty.
- e) Snímač vlhkosti: absolutní chyba indikace relativní vlhkosti ≤ 2 %.
- f) Zkušební zátěž: odporová zátěž umožňující provoz v blízkosti MPP modulu nebo MPPT.

A.2.7.2 Postup zkoušky:

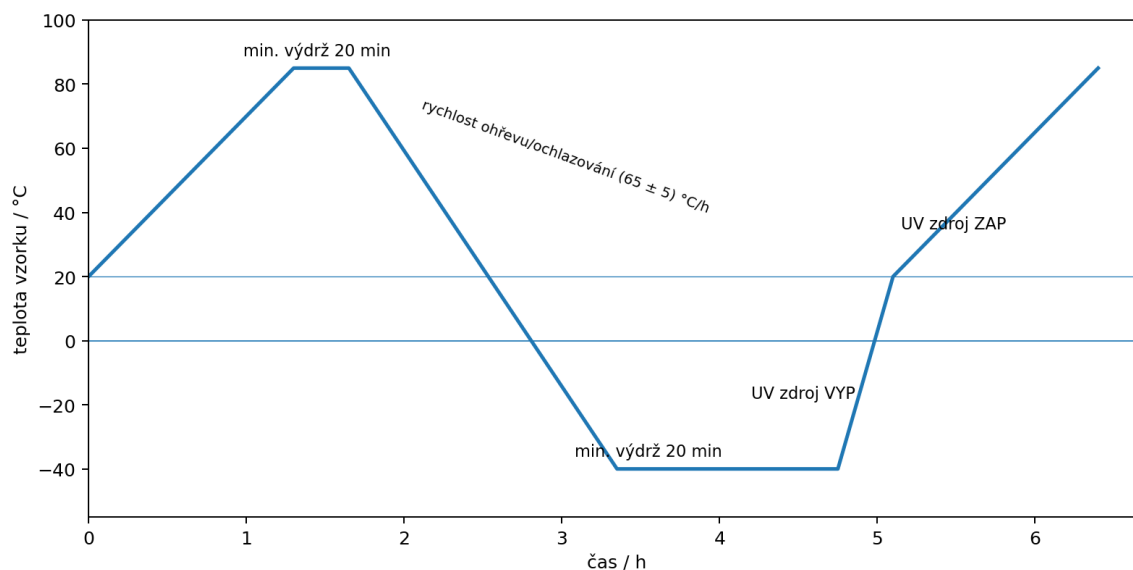
- a) Vložit vzorek do komory pro UV vlhké teplo přední stranou k ozáření.

- b) Snímač teploty vzorku upevnit v blízkosti středu neožárené strany těsně k povrchu. Při současném zkoušení více vzorků monitorovat reprezentativní vzorek.
- c) Vzorek zapojit nakrátko nebo připojit k odporové zátěži pracující v blízkosti MPP či k MPPT; způsob uvést v protokolu.
- d) Nastavit prostředí komory na 85 °C a $85\text{ \% RH}$. Po dosažení teploty vzorku $(85 \pm 2)\text{ °C}$ a $\text{RH}(85 \pm 5)\text{ \%}$ zapnout UV zdroj a nastavit ozáření v rovině vzorku na $(150 \pm 10)\text{ W/m}^2$.
- e) Během zkoušky udržovat teplotu vzorku $(85 \pm 2)\text{ °C}$, $\text{RH}(85 \pm 5)\text{ \%}$ a ozáření $(150 \pm 10)\text{ W/m}^2$; data ozáření snímat nejméně jednou za 10 min.
- f) Doba zkoušky UV vlhkým teplem je 200 h.
- g) Zaznamenat skutečnou kumulovanou dávku ozáření přijatou povrchem vzorku.

A.2.8 Zkouška UV – teplotní cykly

A.2.8.1 Zařízení: klimatická komora s rozsahem -40 °C až 95 °C , kolísáním $\pm 1\text{ °C}$, odchylkou $\pm 2\text{ °C}$ a homogenitou $\pm 2\text{ °C}$; konstrukce pro volnou cirkulaci vzduchu a korozně odolné držáky. UV zdroj, radiometr a teplotní snímače musí splňovat stejné požadavky na spektrum a přesnost jako v A.2.7; zátěž je odporová v blízkosti MPP nebo MPPT.

A.2.8.2 Postup: vzorek se vloží přední stranou k ozáření, teplotní snímač se upevní na střed neožárené strany a vzorek se zapojí nakrátko nebo na zátěž/MPPT. Teplotní podmínky se nastaví podle obr. A.1; teplota vzorku je -40 °C až 85 °C . Při ohřevu nad 0 °C se UV zdroj zapne a ozáření se nastaví na $(150 \pm 10)\text{ W/m}^2$; při ochlazení na 0 °C a níže se UV zdroj vypne. Ozáření se zaznamenává nejméně jednou za 10 min. Provede se 50 cyklů; jeden cyklus trvá 4,5 až 5 h. Zaznamená se kumulovaná dávka ozáření. Poznámka: během zkoušky se sleduje nejvyšší teplota ozárené strany modulu.

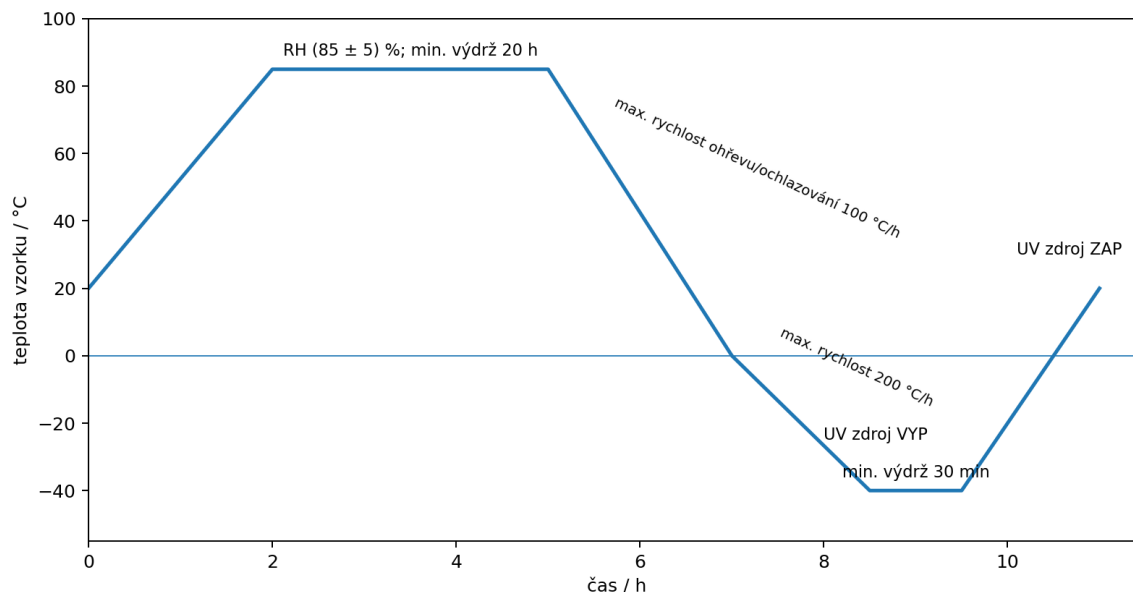


Obrázek A.1 – Křivka řízení teploty při zkoušce UV teplotními cykly

A.2.9 Zkouška UV – vlhko a mráz

A.2.9.1 Zařízení: klimatická komora s řízením teploty a vlhkosti; rozsah teplot -40 °C až 95 °C , kolísání $\pm 1\text{ °C}$, odchylka $\pm 2\text{ °C}$, homogenita $\pm 2\text{ °C}$; $\text{RH} 30\text{--}85\text{ \%}$, kolísání $\pm 3\text{ \%}$, odchylka $\pm 3\text{ \%}$, homogenita $\pm 5\text{ \%}$. Komora musí umožnit volnou cirkulaci vzduchu a držáky nesmějí korodovat. UV zdroj: 280–400 nm, UVB 280–320 nm, UVA 320–400 nm; UVB 3–7 % UV(A+B), UVC <280 nm $\leq 0,5\text{ \% UV(A+B+C)}$, homogenita $\pm 15\text{ \%}$, absolutní chyba indikace UV ozáření $\leq 12\text{ \%}$. Radiometr: chyba $\leq 5\text{ \%}$, rozsah alespoň 280–400 nm. Teplotní snímače: chyba $\leq 2\text{ °C}$. Snímač RH: chyba $\leq 2\text{ \%}$. Zátěž: odporová v blízkosti MPP nebo MPPT.

A.2.9.2 Postup: vzorek se vloží do komory přední stranou k ozáření; teplotní snímač se upevní na neozářenou stranu; vzorek se zapojí nakrátko nebo na odporovou zátěž/MPPT a zapojení se uvede v protokolu. Teplota a vlhkost se řídí podle obr. A.2, teplota vzorku v rozsahu -40 °C až 85 °C . Ve fázi 85 °C se RH udržuje na $(85 \pm 5)\%$, v ostatních fázích se vlhkost neřídí. Nad 0 °C je UV zdroj zapnut a ozáření $(150 \pm 10)\text{ W/m}^2$; při 0 °C a níže se vypíná. Ozáření se zaznamenává nejméně jednou za 10 min. Provede se 10 cyklů, jeden cyklus trvá 23–24 h. Zaznamenaná se skutečná kumulovaná dávka ozáření.

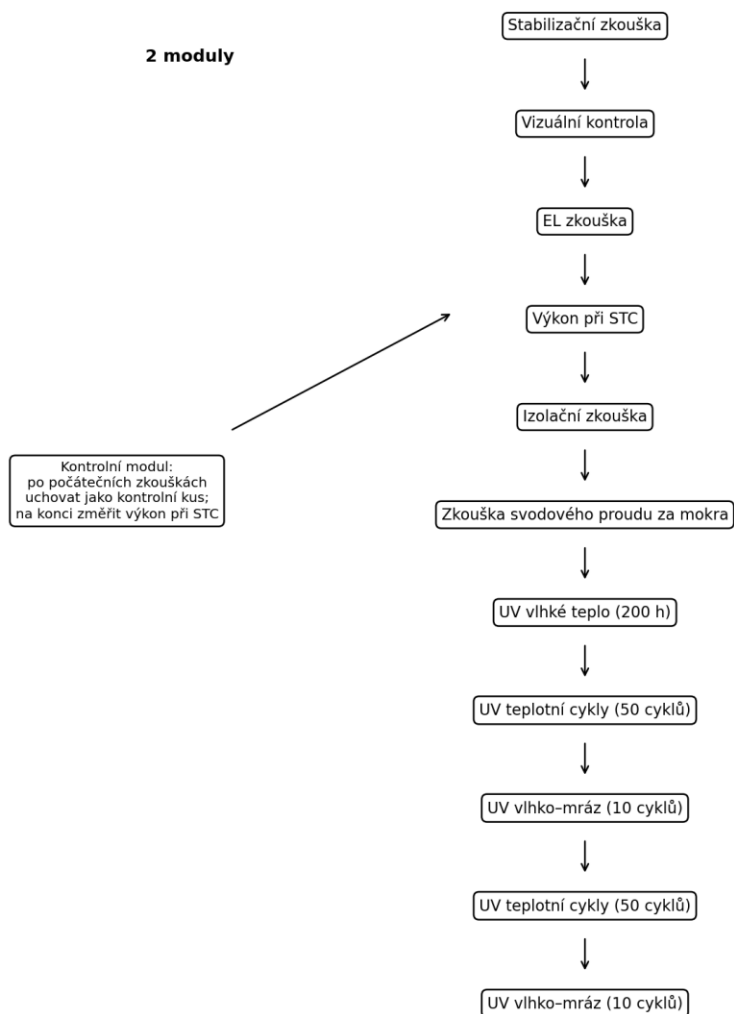


Obrázek A.2 – Křivka řízení teploty a vlhkosti při zkoušce UV vlhko–mráz

A.3 Sekvenční zkoušení

Zkušební a kontrolní kus se zkoušejí v sekvenci podle obr. A.3.

- Před kombinovaným environmentálním namáháním se na zkušebním kusu postupně provedou A.2.1, A.2.2, A.2.3, A.2.4, A.2.5 a A.2.6; na kontrolním kusu A.2.1, A.2.2, A.2.3 a A.2.4.
- Na zkušebním kusu se postupně provede pět etap: UV vlhké teplo, UV teplotní cykly, UV vlhko–mráz, UV teplotní cykly a UV vlhko–mráz. Po každé z prvních čtyř etap se postupně provedou A.2.2, A.2.3, A.2.4, A.2.5 a A.2.6.
- Po ukončení páté etapy UV vlhko–mráz se na zkušebním kusu postupně provedou A.2.1 (volitelně), A.2.2, A.2.3, A.2.4, A.2.5 a A.2.6. Na kontrolním kusu se provede A.2.4.



Obr. A.3 – Sekvence zkoušek

Obrázek A.3 – Schéma sekvenčního zkoušení

A.4 Výpočtová metoda

Po dokončení sekvenčního zkoušení se míra degradace při kombinovaném environmentálním namáhání vypočte podle rovnice (A.1):

$$D = (P_{\max, \text{počáteční}} - P_{\max, \text{konečný}}) / P_{\max, \text{počáteční}} \times 100 \% \quad (\text{A.1})$$

kde: D je míra degradace při kombinovaném environmentálním namáhání; $P_{\max, \text{počáteční}}$ je maximální výkon modulu po počáteční stabilizační zkoušce [W]; $P_{\max, \text{konečný}}$ je maximální výkon modulu po sekvenčním zkoušení [W]. Pokud $P_{\max, \text{konečný}}$ představuje výkon po stabilizaci osvětlením podle A.2.1 nebo po jiném ošetření provedeném po sekvenční zkoušce, musí být tato skutečnost zaznamenána ve zkušebním protokolu.

Příloha B (normativní)

Metoda zkoušení účinnosti fotovoltaických síťových střídačů

B.1 Zkušební podmínky

B.1.1 Podmínky prostředí

Zkušební prostředí musí splňovat: a) teplota okolí $25\text{ °C} \pm 5\text{ °C}$; b) relativní vlhkost 45–75 %, bez kondenzace; c) atmosférický tlak 86–106 kPa; d) nadmořská výška $\leq 2\,000\text{ m}$.

B.1.2 Simulátor sítě

Simulátor sítě musí splňovat: a) celkové harmonické zkreslení napětí a efektivní hodnoty jednotlivých harmonických měřené během 10 min podle GB/T 14549; b) odchylku průměrné frekvence měřenou během 10 s podle GB/T 15945; c) odchylku efektivní hodnoty napětí měřenou během 10 min podle GB/T 12325; d) třífázovou napěťovou nesymetrii podle GB/T 15543.

B.1.3 Simulátor fotovoltaického pole

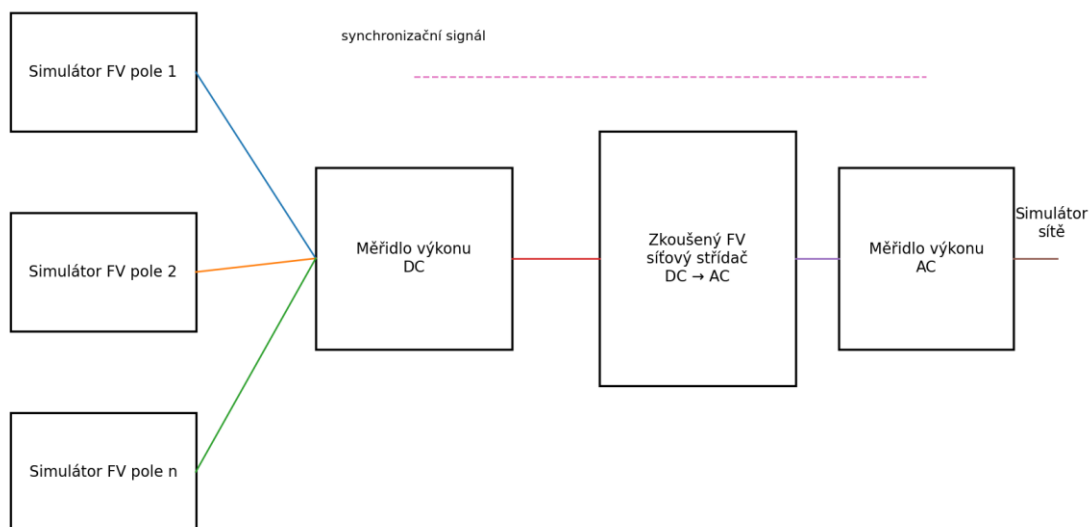
Simulátor FV pole musí splňovat požadavky 5.1 NB/T 32032—2016.

B.1.4 Měřicí přístroje

Není-li stanoveno jinak: a) externí transformátory napětí měřicího přístroje výkonu musí odpovídat GB/T 20840.3 a externí transformátory proudu GB/T 20840.2; doba odezvy transformátorů musí být $<10\text{ }\mu\text{s}$; b) šířka pásma přístroje pro měření výkonu musí být nejméně 1 MHz, relativní chyba měření výkonu nejvýše 0,1 % a zobrazení integrované elektrické energie musí mít nejméně 5 číslic.

B.2 Systém pro zkoušení účinnosti

Zkušební systém se zapojí podle obr. B.1. Měřicí body systému sběru dat musí být v blízkosti zkoušeného FV síťového střídače. Bod vzorkování DC napětí musí být na DC přípojnici nebo do 5 cm od svorky na vnějším připojovacím vodiči; obdobně bod vzorkování AC napětí musí být na AC přípojnici nebo do 5 cm od AC svorky. Přístroje pro měření výkonu musí mít synchronizační funkci pro současné měření vstupu a výstupu, nebo se použije jeden vícekanálový přístroj umožňující synchronní měření všech výkonových bodů.



Obrázek B.1 – Schéma systému pro zkoušení účinnosti FV síťového střídače

Značky: PV+, PV– – kladný a záporný výstup simulátoru FV pole; IDC1, IDC2, ... IDCn – vstupní proudy zkoušeného střídače; UDC1, UDC2, ... UDCn – vstupní napětí; IAC1, IAC2, IAC3 – výstupní proudy; UAC1,

UAC2, UAC3 – výstupní napětí; L1, L2, L3 – fázové vodiče simulátoru sítě; N – střední/neutrální vodič simulátoru sítě.

B.3 Metody zkoušení účinnosti

B.3.1 Zkušební stav

- a) Způsob instalace zkoušeného střídače musí odpovídat požadavkům výrobce.
- b) Zkoušený střídač musí být nastaven do režimu MPPT.
- c) U střídače s více MPPT vstupy musí být každý MPPT vstup napájen samostatným simulátorem FV pole. Výstupní výkon simulátorů se rozdělí rovnoměrně mezi vstupy. Odchylka napětí každého MPPT musí být v rozsahu ± 10 V nebo ± 1 %; použije se menší z hodnot 1 % nastaveného MPPT napětí a 10 V.
- d) Aby výsledek nebyl ovlivněn úrovní síťového napětí, všechny zkoušky se provádějí při jmenovitém pracovním napětí střídače s dovolenou odchylkou nejvýše ± 1 %.
- e) Zkouška konverzní účinnosti se provádí současně se zkouškou statické účinnosti MPPT.

B.3.2 Zkouška konverzní účinnosti

B.3.2.1 Postup: a) zapojit simulátor FV pole, zkoušený střídač a měřicí zařízení podle obr. B.1 a nastavit výstupní charakteristiku simulátoru podle typu FV modulu, pro který je střídač určen; b) nastavit napětí MPP a výstupní výkon podle zkušebních bodů tabulky B.1; c) po ustálení výstupu měřit standardním elektroměrem integrované hodnoty vstupního a výstupního činného výkonu po dobu 3 min.

Tabulka B.1 – Zkušební pracovní body konverzní účinnosti

MPP napětí simulátoru	I–U charakteristika	0,05	0,10	0,20	0,30	0,50	0,75	1,00
UMPPmax	krystalický křemík							
UMPPmin + 0,7ΔU	krystalický křemík							
UMPPmin + 0,5ΔU	krystalický křemík							
UMPPmin + 0,3ΔU	krystalický křemík							
UMPPmin	krystalický křemík							
UMPPmax	tenkovrstvý							
UMPPmin + 0,7ΔU	tenkovrstvý							
UMPPmin + 0,5ΔU	tenkovrstvý							
UMPPmin + 0,3ΔU	tenkovrstvý							
UMPPmin	tenkovrstvý							

Poznámka 1: $\Delta U = U_{MPPmax} - U_{MPPmin}$. Poznámka 2: Podle typu modulu určeného pro zkoušený střídač se změří všechny pracovní body odpovídající I–U charakteristiky. Poznámka 3: Modely I–U charakteristik krystalického křemíku a tenkovrstvých modulů na výstupu simulátoru viz tabulka B.1 NB/T 32032—2016.

B.3.2.2 Konverzní účinnost při jednotlivých napětích MPP a zatěžovacích stavech se vypočte:

$$\eta_{conv,ij} = E_{out} / E_{in} \times 100 \% \quad (B.1)$$

kde $\eta_{\text{conv},ij}$ je konverzní účinnost při daném MPP napětí a zatížení; E_{out} je integrovaná AC výstupní energie zkoušeného střídače [Wh]; E_{in} je integrovaná DC vstupní energie [Wh].

Poznámka 1: Změny nastavení zařízení, neobvyklé jevy během měření a změny postupu se zaznamenají do protokolu. Poznámka 2: Doba ustálení střídače se zaznamená; pokud v režimu MPPT nelze dosáhnout stabilního provozu, před měřením se čeká nejméně 5 min.

B.3.3 Zkouška statické účinnosti MPPT

B.3.3.1 Postup: a) zapojit zařízení podle obr. B.1 a nastavit výstupní charakteristiku simulátoru podle typu modulu; b) nastavit MPP napětí a výkon podle tabulky B.2; c) po ustálení výstupu měřit standardním elektroměrem okamžitý činný vstupní výkon a jeho integrovanou energii po dobu 3 min.

Tabulka B.2 – Zkušební pracovní body statické účinnosti MPPT

MPP napětí simulátoru	I–U charakteristika	0,05	0,10	0,20	0,30	0,50	0,75	1,00
UMPPmax	krystalický křemík							
UMPPmin + 0,7ΔU	krystalický křemík							
UMPPmin + 0,5ΔU	krystalický křemík							
UMPPmin + 0,3ΔU	krystalický křemík							
UMPPmin	krystalický křemík							
UMPPmax	tenkovrstvý							
UMPPmin + 0,7ΔU	tenkovrstvý							
UMPPmin + 0,5ΔU	tenkovrstvý							
UMPPmin + 0,3ΔU	tenkovrstvý							
UMPPmin	tenkovrstvý							

Poznámka 1: $\Delta U = U_{\text{MPPmax}} - U_{\text{MPPmin}}$. Poznámka 2: Měří se všechny pracovní body odpovídající I–U charakteristiky podle určení střídače. Poznámka 3: Modely I–U charakteristik viz NB/T 32032—2016, tabulka B.1. Poznámka 4: Při nezávislém zkoušení více MPPT vstupů se zaznamená nejnižší z vypočtených statických účinností MPPT jednotlivých vstupů.

B.3.3.2 Statická účinnost MPPT se vypočte:

$$\eta_{\text{MPPTstat},ij} = E_{\text{in}} / (P_{\text{MPP,PVS}} \times t) \times 100 \% \quad (\text{B.2})$$

kde $\eta_{\text{MPPTstat},ij}$ je statická účinnost MPPT při daném napětí a zatížení; E_{in} je integrovaná DC vstupní energie [Wh]; $P_{\text{MPP,PVS}}$ je teoretický výstupní výkon FV simulátoru [W]; t je doba zkoušky [h].

Poznámka 1: Pro $P_{\text{MPP,PVS}}$ se použije 95% pravděpodobnostní horní hodnota z dat záznamu vstupního výkonu. Poznámka 2: Změny nastavení, abnormality a změny postupu se zaznamenají. Poznámka 3: Doba ustálení se zaznamená; pokud není v MPPT režimu stabilní provoz možný, čeká se před měřením nejméně 5 min.

B.4 Výpočet průměrné vážené celkové účinnosti

B.4.1 Výpočet celkové účinnosti

$$\eta_t = \eta_{\text{conv},ij} \times \eta_{\text{MPPTstat},ij} \quad (\text{B.3})$$

B.4.2 Výpočet vážené celkové účinnosti

Vážená celková účinnost η_k při jednotlivých vstupních napětích se vypočte s využitím vah účinnosti pro typické oblasti solárních zdrojů v Číně:

$$\eta_k = k_1\eta_{t,1} + k_2\eta_{t,2} + k_3\eta_{t,3} + k_4\eta_{t,4} + k_5\eta_{t,5} + k_6\eta_{t,6} + k_7\eta_{t,7} \quad (B.4)$$

kde k_1 až k_7 jsou váhové koeficienty jednotlivých zatěžovacích bodů při daném MPP napětí podle tabulky B.3; $\eta_{t,1}$ až $\eta_{t,7}$ jsou celkové účinnosti odpovídající jednotlivým zatěžovacím bodům.

Tabulka B.3 – Váhové koeficienty účinnosti FV síťového střídače pro oblasti solárních zdrojů v Číně

	k1	k2	k3	k4	k5	k6	k7
Váhový koeficient	0,02	0,03	0,06	0,12	0,25	0,37	0,15
Zatěžovací bod	0,05	0,10	0,20	0,30	0,50	0,75	1,00

B.4.3 Výpočet průměrné vážené celkové účinnosti

$$\eta = (1/N) \sum_{t=1 \dots N} \eta_k \quad (B.5)$$

kde N je počet MPP napětí; η_k je vážená celková účinnost při jednotlivých MPP napětích.

Literatura

- [1] NB/T 32004—2018 – Technická specifikace fotovoltaických síťových střídačů
- [2] JJF 2061—2023 – Kalibrační specifikace referenčních fotovoltaických modulů první úrovně
- [3] IEC 63092-1:2020 – Photovoltaics in buildings – Part 1: Requirements for building-integrated photovoltaic modules
- [4] IEC TS 63163:2021 – Terrestrial photovoltaic (PV) modules for consumer products – Design qualification and type approval

Poznámka k českému překladu

Překlad zachovává strukturu, číslování, technické veličiny, mezní hodnoty, tabulky a rovnice originálu GB 47834—2026. Obrázky A.1, A.2, A.3 a B.1 byly pro českou verzi překresleny se zachováním technického významu a s českými popisy. Nejde o autorizovaný překlad čínského normalizačního orgánu.