

Technická zpráva pro fotovoltaický střídač EGD2024-Z026

Alpha ESS SMILE G3 T10 INV

Platné pro řadu:

Alpha ESS SMILE G3 T4 INV

Alpha ESS SMILE G3 T5 INV

Alpha ESS SMILE G3 T6 INV

Alpha ESS SMILE G3 T8 INV

Alpha ESS SMILE G3 T10 INV

Alpha ESS SMILE G3 T12 INV

Alpha ESS SMILE G3 T15 INV

Alpha ESS SMILE G3 T20 INV

eg·d

ČLEN SKUPINY E.ON

Typ: Alpha ESS Smile G3 T10 INV
Verze FW: EMS Version: V0.11.66B; INV Version: E1.0
Sériové číslo: ALD071024010007
Country setup: PPDS
Technická zpráva: EGD2024-Z026

Informace - střídač

Výrobce: Alpha ESS

Typ: Smile G3 T10 INV

Výkon: 10 000 VA

Vstupní parametry DC: 140-950 V; 16/16/16 A I_{mpp} (24/24/24 A I_{sc})

Výstupní parametry AC: 230 V/ 50 Hz; 10 000 VA (10 000 W)

Účinník: $0,8_{\text{ind}} - 0,8_{\text{kap}}$

Fáze: 3f

Hybridní: ANO

Nastavený grid code: PPDS

Poznámka:

Pracoviště: Laboratoř čisté energetiky; EG.D, a.s

Datum měření: 4.11.2024

Datum vydání technické zprávy: 13.11.2024

Měření provedl: Ing. Tomáš Valta, tomas.valta@egd.cz

Odpovědný vedoucí: Ing. Jiří Čeleda, jiri.celeda@egd.cz

Seznam provedených testů

	Legislativa		Tech. zpráva	Detail požadavku	Detail měření	Splňuje
	Dokument	čl./kap.				
Frekvenční stabilita	RfG	čl. 13.1 a)	1	Doba provozu t = 30 min pro f 47,5 – 48,5 Hz	f 47,6 Hz 5 min	ANO
	PPDS	9.1.1		Doba provozu t = 30 min pro f 51 - 51,5 Hz	f 51,4 Hz 5 min	
RoCoF	RfG	čl. 13.1 b)	2	RoCoF - 2 Hz/s	Zvládá rampu 2 Hz/s	ANO
	PPDS	9.1.1				
Snížení činného výkonu při nadfrekvenci	RfG	čl. 13.2	3	Statika s - 5 %	100 % Pn – 5,00 % 50 % Pn – 4,97 %	ANO
	PPDS	9.3.1		Prahová frekvence 50,2 Hz	50,2 Hz	
Snížení činného výkonu při podfrekvenci	RfG	čl. 13.4 a 13.5	4	f>49 dovolený pokles P o 2 %/Hz	0 %/Hz	ANO
	PPDS	9.3.2				
Logický modul	RfG	čl. 13.6	5	Čas odpojení – max 5 s	Odpojení do 5 s.	ANO
	PPDS	5.1				
Automatické opětovné připojení VM	RfG	čl. 13.7	6	Gradient P – max 10 %/min	8,63 – 8,69 %/min	ANO
	PPDS	9.5		Čas analýzy – min 300 s	320 s	
				Připojení mimo rozsah	NE	
Snížení činného výkonu při nadfrekvenci	PPDS	9.3.1	3	Prahová frekvence pro obnovu činného výkonu 50,05 Hz	ANO	ANO
				Gradient nárůstu činného výkonu	<10 %/min	
				Nárůst činného výkonu při limitaci P(f) křivkou	Žádný nárůst činného výkonu během limitace	
Ověření jmenovitého výkonu	PPDS	2	7	Pn (cos =1) = 10 kW	P = 10 kW	ANO
Napěťová stabilita	PPDS	9.1.2	8	Trvalý provoz 0,85 -1,1 Un	0,86 Un 10 min	ANO
					1,09 Un 10 min	
Překlenutí podpětí	PPDS	9.2.2.1	9	Křivka URVT dle PPDS	Překlenul UVRT	ANO
Překlenutí přepětí	PPDS	9.2.2.2	10	Křivka ORVT dle PPDS	Překlenul OVRT	ANO
Funkce P(U)	PPDS	9.3.5	11	Nastaveno dle EG.D	P(U) odpovídá nastavení	ANO
				Odezva P na změnu U τ = 5 s	Naměřené τ = 5 s	ANO
Funkce Q(U)	PPDS	9.4.2	11	Nastaveno dle EG.D	Q(U) odpovídá nastavení	ANO
				Odezva Q na změnu U τ = 20 s	Naměřené τ = 20 s	
Nastavení ochran	SoP		12	Nastaveno dle EG.D		ANO
Obnovení P po krátkodobém poklesu U	PPDS	9.2.2.4	13	Pokud U> 85 Un, obnova P do 1 sekundy.	Obnova P do 0,33 s.	ANO

Požadavek RfG NAŘÍZENÍ KOMISE (EU) 2016/631 upřesněn požadavky PPDS - příloha č.4

Informace - testy

Počet provedených testů	14
Vyhovělo	14
Nevyhovělo	0
Neprovedeno	0
Celkové hodnocení střídač	Vyhovující

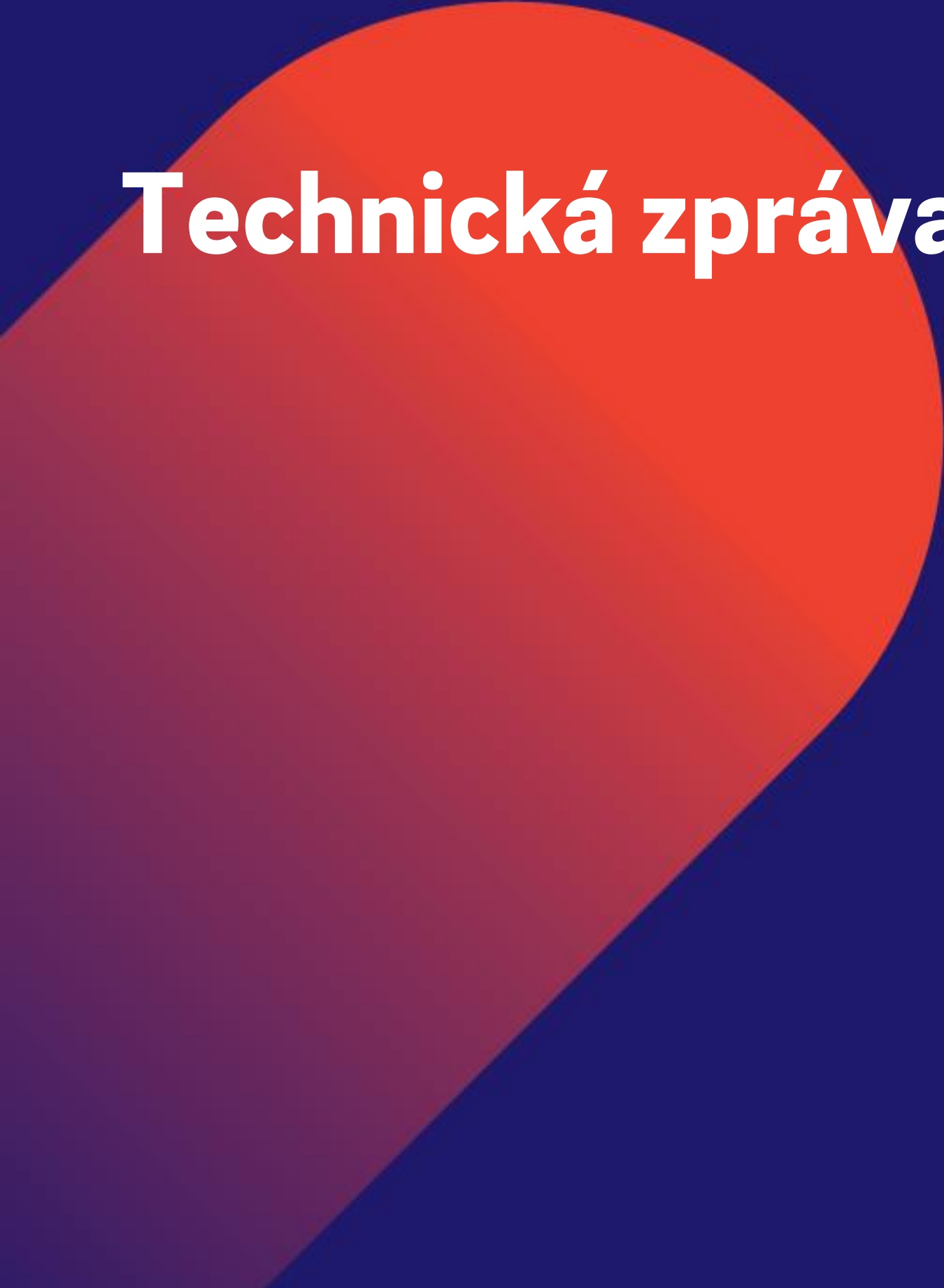
Potvrzení

Testování střídače probíhalo dle jednotné národní metodiky ověření souladu pro nesynchronní VM A1/A2 umístěné na webu www.egd.cz/laborator.

Testování bylo provedeno pro:

Alpha ESS Co., Ltd.

No.1086 Bihua Road, Tongzhou District, Nantong City, Jiangsu Province, 226330, P. R. China



Technická zpráva

Obsah

Zkratky	7
Legislativa	7
Testovací systém	8
Vztažné jednotky	9
1. Frekvenční stabilita	10
2. Časová změna frekvence RoCoF	12
3. Snížení činného výkonu při nadfrekvenci	13
4. Snížení činného výkonu při podfrekvenci	17
5. Logický modul pro přerušení dodávky činného výkonu	19
6. Automatické opětovné připojení k soustavě	20
7. Ověření jmenovitého výkonu střídače	23
8. Napěťová stabilita	24
9. Překlenutí podpětí – křivka UVRT	25
10. Překlenutí přepětí – křivka OVRT	27
11. Funkce $P(U)$ a $Q(U)$	29
12. Ochrany	32
13. Obnovení činného výkonu po krátkodobém poklesu napětí	39
Závěr	40
Příloha	41
Příloha č.1 – Nastavení střídače	42
Příloha č.2 – Datasheet	44

Zkratky

P	Činný výkon (W)
Q	Jalový výkon (VAr)
S	Zdánlivý výkon (VA)
U	Napětí (V)
f	Frekvence (Hz)
I	Elektrický proud (A)
s	Statika (%)
VM	Výrobní modul
DS	Distribuční soustava
TZ	Technická zpráva
RoCoF	Rate of change of frequency – časová změna frekvence (Hz/s)
AC	Střídavý proud
DC	Stejnoseměrný proud

Legislativa

PPDS – Pravidla provozování distribučních soustav – příloha č. 4: Pravidla pro paralelní provoz výroben a akumulčních zařízení se sítí provozovatele distribučních soustav

Interní připojovací podmínky společnosti EG.D

RfG - Requirements for Generators NAŘÍZENÍ KOMISE (EU) 2016/631

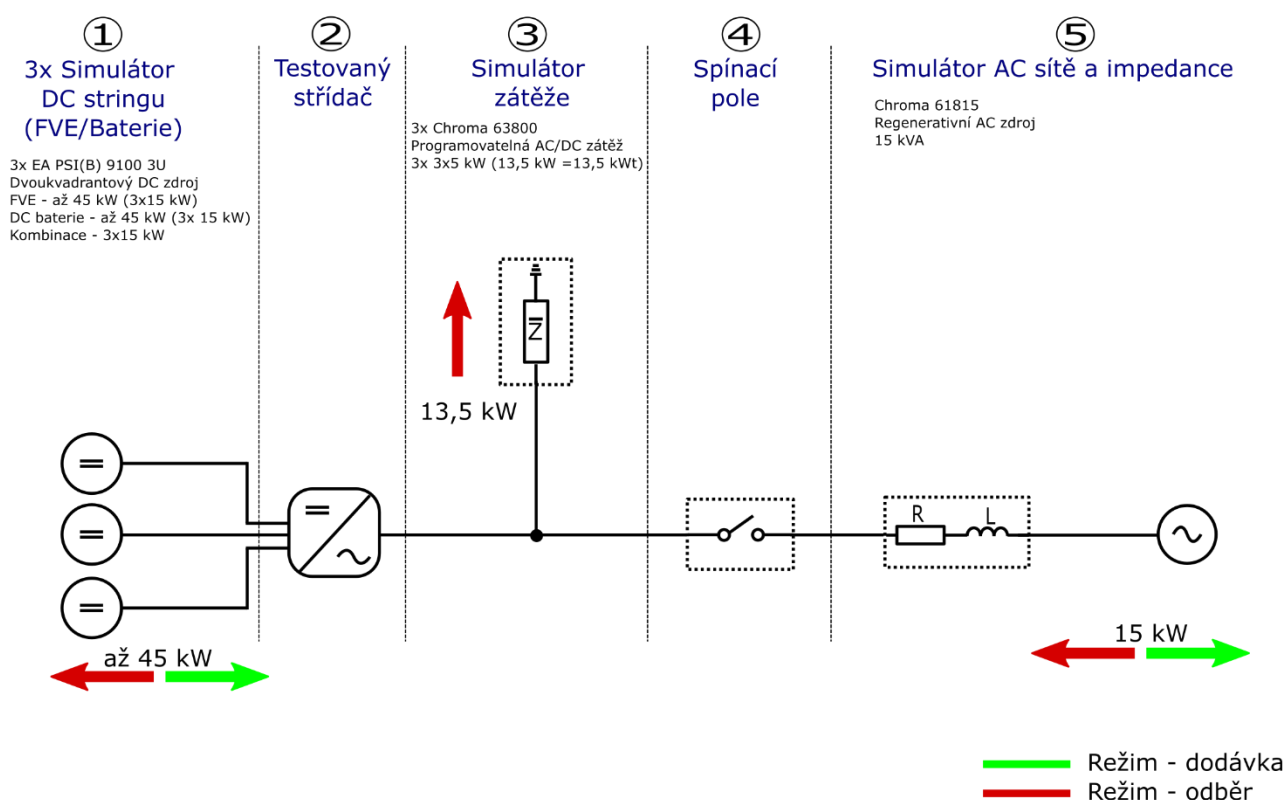
EN 50549 - Requirements for generating plants to be connected in parallel with distribution networks
- Part 1: Connection to a LV distribution network - Generating plants up to and including Type B

Testovací systém

Schéma zobrazuje zapojení testovacího systému, na kterém se provádí ověřování požadavků kladených na testovaný střídač. Fotovoltaické panely jsou zde zastoupeny stejnosměrným zdrojem (Simulátor DC stringu), na kterém je možné namodelovat požadovanou PV charakteristiku. Při modelování PV charakteristiky se vychází ze vstupních parametrů střídače (U_{oc} , I_{sc} , U_{mppt} , I_{mppt}). Stejnosměrný zdroj také plní funkci bateriového uložení.

Simulátor zátěže lze využít pro namodelování libovolného zařízení. Díky tomu je možné sledovat reakci střídače na různý typ zařízení např. v domácnosti.

Simulátor AC sítě je využíván jako umělá distribuční síť, kde je možné měnit parametry sítě (napětí U a frekvence f). Je zde možné libovolně nasimulovat různé jevy, které mohou v distribuční síti vzniknout a sledovat odezvu střídače na tyto jevy.



Ověřování parametrů probíhá pomocí kvalimetru elektrické energie, který je pro vyhodnocení nastaven na 200 ms RMS hodnoty pro zkoušky trvající jednotky sekund až minut. Pro krátké děje je měření nastaveno na 10 ms RMS hodnoty.

Vztažné jednotky

V celé TZ jsou jednotky v grafech uváděny v poměrných jednotkách. Vztažné hodnoty jsou následující:

P_n – 10 000 W

Q_n – 4360 VAr pro $Q(U)$ křivku

U_n – 230 V

1. Frekvenční stabilita

Legislativa: PPDS – kap.9.1.1, návaznost: RfG – čl.13.1 a), EN50549 – kap.4.4.2

1.1. Požadavek:

VM A1 musí zůstat připojen k soustavě a pracovat v rozsahu frekvencí uvedených v tabulce (*tab.1.1*).

Tab.1.1: Frekvenční rozsah

Rozsah frekvence	Min doba provozu
47,5 - 48,5 Hz	30 min
48,5 - 49 Hz	90 min
49 - 51 Hz	bez omezení
51 - 51,5 Hz	30 min

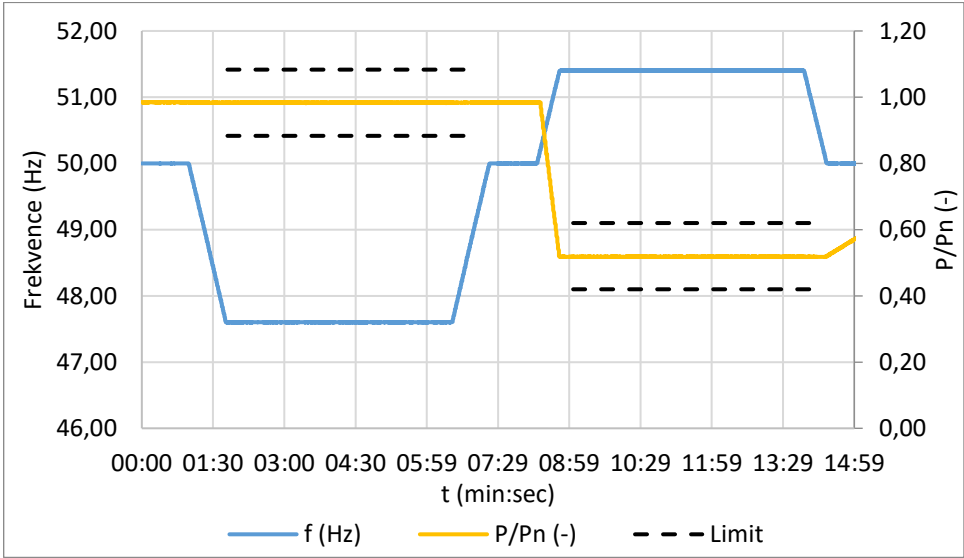
1.2. Průběh zkoušky:

Střídač je připojen k umělé DS. Před spuštěním zkoušecí sekvence byl střídač ponechán na jmenovitých hodnotách napětí a frekvence po dobu 60 sekund. Poté došlo ke změně frekvence na hodnotu 47,6 Hz během 48 sekund. Tato frekvence je volena pro ověření nejnižšího frekvenčního rozsahu, který PPDS požaduje (*tab.1.1*). Na této frekvenci byl střídač provozován 5 minut (*obr.2.1*). Poté je frekvence vrácena během 48 sekund na jmenovitou frekvenci 50 Hz. Střídač je ponechán na jmenovitých parametrech po dobu 60 sekund, ty slouží pro ustálení střídače před zahájením druhé části zkoušecí sekvence.

Druhým testovaným rozsahem je frekvence 51,4 Hz. Ke změně frekvence dochází během 28 sekund. Na požadované frekvenci 51,4 Hz je střídač ponechán 5 minut. Poté je během 28 sekund frekvence vrácena na jmenovitou hodnotu 50 Hz. Během provozu při nadfrekvenci dochází ke snížení dodávky činného výkonu. Tento pokles je dán regulací činného výkonu, ke kterému dochází např. při nadfrekvenci (snížení činného výkonu při nadfrekvenci) viz. kapitola 3 této TZ. Průběh testu na přiloženém grafu (*obr.2.1*).

U střídače nesmí dojít v průběhu testu k odpojení. Pokud se u střídače vyskytnou náhodné kmity během testu je frekvenční stabilita vyhodnocena jako nesplněno. Tolerovány jsou kmity v rozmezí $\pm 10 \% P_N$, které jsou přítomny po dobu celého testu. V průběhu testu může střídač omezit svůj výkon dle $P(f)$ křivek. Činný výkon slouží pro doložení funkčnosti střídače během poklesu frekvence.

Grafy:



Obr.1.1: Frekvenční stabilita

1.3. Výsledek:

Testovaný rozsah	Čas testu	Vyhovující	Celkové hodnocení
47,6 Hz	5 min	ANO	ANO
51,4 Hz	5 min	ANO	

2. Časová změna frekvence RoCoF

Legislativa: PPDS – kap.9.1.1, návaznost: RfG – čl.13.1.b), EN50549 – kap.4.5.2

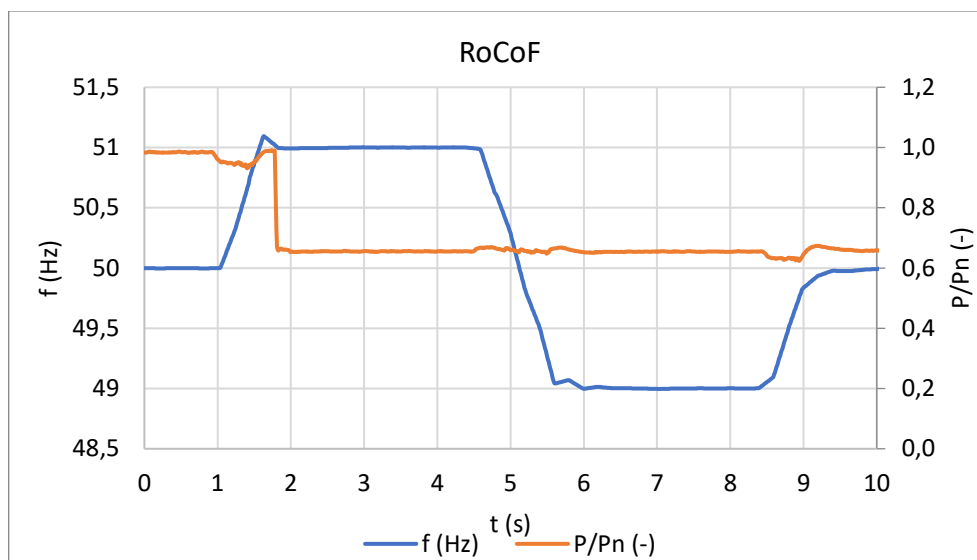
2.1. Požadavek:

Nesynchronní VM musí disponovat schopností RoCoF. V případě změny frekvence do ± 2 Hz/s nesmí dojít k odpojení VM od soustavy.

2.2. Průběh zkoušky:

Pro ověření je použita rampa 2 Hz/s. Po ustálení parametrů střídače je na AC straně změněna frekvence s rampou 2 Hz/s. Nejdříve je frekvence zvýšena z 50 Hz na 51 Hz za 500 ms (rampa 2 Hz/s). Z frekvence 51 Hz dochází k poklesu na 49 Hz za 1000 ms (rampa 2 Hz/s). Poslední změnou testovací sekvence je návrat z 49 Hz na 50 Hz za 500 ms (rampa 2 Hz/s). Průběh zkoušky na *obr.2.1*.

Grafy:



Obr.2.1: RoCoF

2.3. Výsledek:

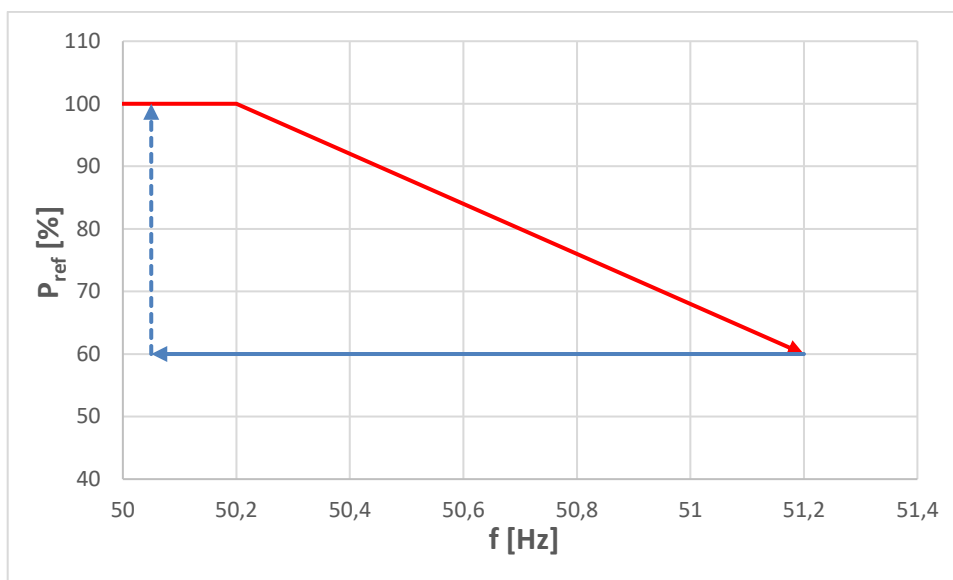
Testovaná změna frekvence	Vyhovující
2 Hz/s	ANO

3. Snížení činného výkonu při nadfrekvenci

Legislativa: PPDS – kap.9.3.1, návaznost: RfG – čl.13.2, EN50549 – kap.4.6.1

3.1. Požadavek:

Střídač musí být schopen poskytnout frekvenční odezvu činného výkonu dle určené regulační charakteristiky (*obr.3.1*). Prahová hodnota aktivace musí být nastavitelná od 50,05 Hz včetně do 52 Hz. Statika s musí být volitelná mezi 4 – 10 %. Jako výchozí hodnoty PPDS jsou uvedeny hodnoty prahové frekvence 50,2 Hz, statika 5 %. Při návratu frekvence na jmenovitou hodnotu 50 Hz, musí VM setrvat na aktuální hodnotě činného výkonu. K opětovnému nárůstu činného výkonu může dojít při frekvenci <50,05 Hz s gradientem činného výkonu 10 %/min. P_{ref} je aktuální hodnota činného výkonu na výstupu při dosažení prahové frekvence.



Obr.3.1: Regulační charakteristika pro frekvenční odezvu při nadfrekvenci

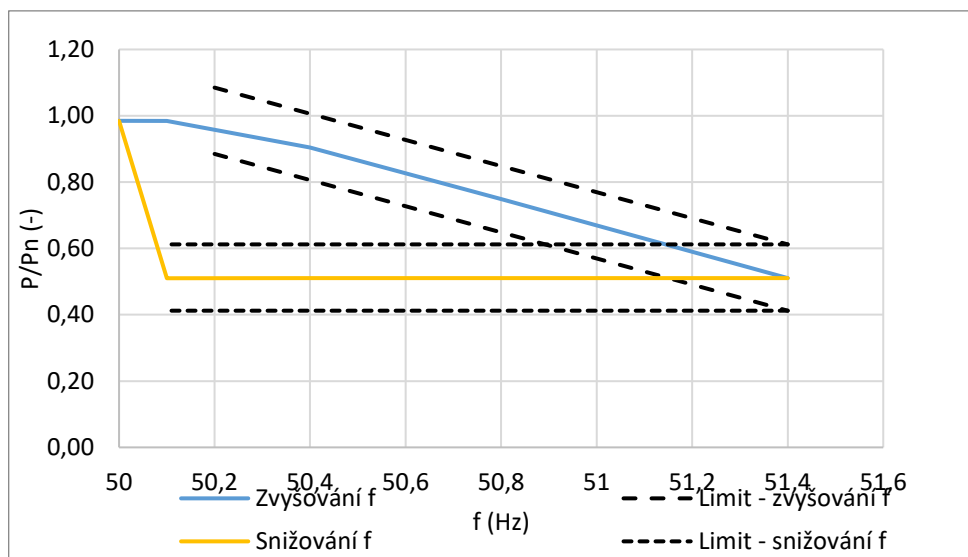
3.2. Průběh zkoušky:

Na AC simulátoru je zvyšována frekvence skokově v sekvenci 50-50,1-50,4-50,9-51,4 Hz a zpět. Frekvence je měněna vždy po jedné minutě. Je sledována odezva činného výkonu na změny frekvence. Vyhodnocení probíhá vždy ve dvou výkonových stupních, např. 100 a 50 % P_n .

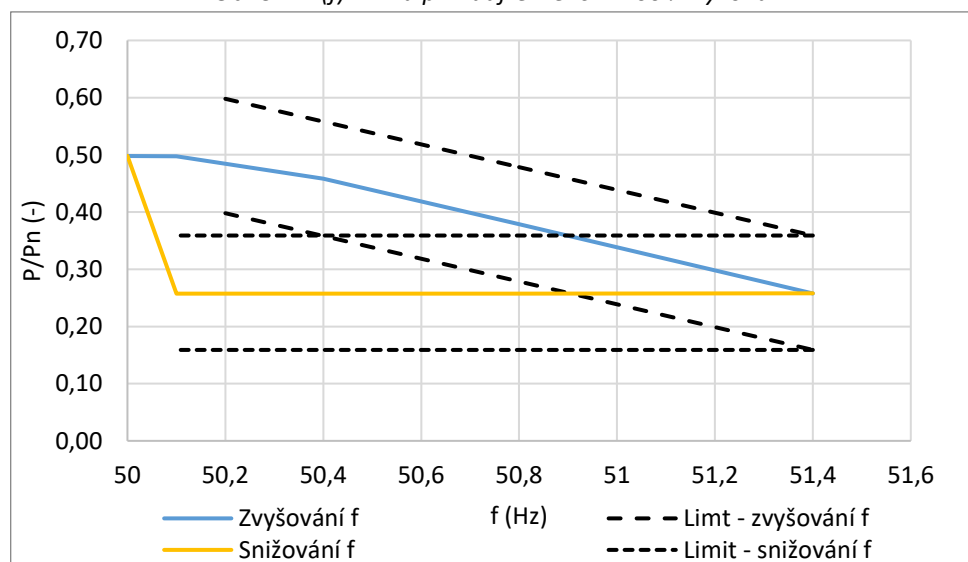
Poslední částí zkoušky (*obr. 3.4*) je zvýšený dostupného výkonu na DC vstupu střídače během doby, kdy došlo k omezení činného výkonu kvůli nárůstu frekvence. Zkouška je prováděna při cca 50 % P_n a frekvenci 50,8 Hz. Výkon na DC straně střídače je zvýšen o 20 %, přičemž výkon na AC straně se nesmí zvýšit. Střídač tuto zkoušku splnil.

Snížení činného výkonu musí splňovat statiku 5 % s maximální odchylkou ± 10 % PN. Pokles činného výkonu musí začít v intervalu frekvence 50,2 – 50,8 Hz. K opětovnému nárůstu činného výkonu musí dojít v intervalu frekvence 50,1 – 50 Hz. Ve třetím testu při zvýšení PDC o 20 % nesmí dojít ke zvýšení výkonu střídače.

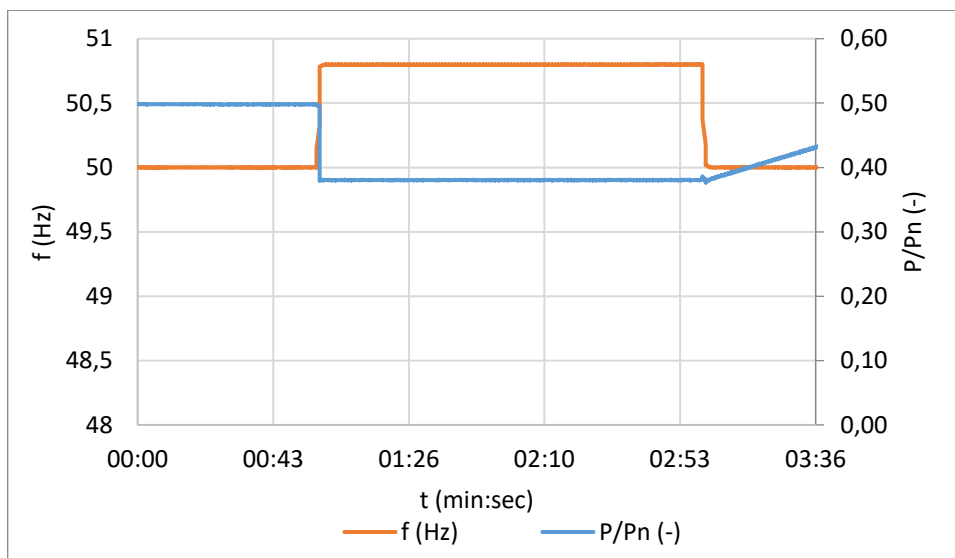
Grafy:



Obr.3.2: $P(f)$ křivka při nadfrekvenci – 100 % výkonu



Obr.3.3: $P(f)$ křivka při nadfrekvenci – 50 % výkonu



Obr.3.4: Navýšení činného výkonu během omezení $P(f)$ křivky

3.3. Výsledek:

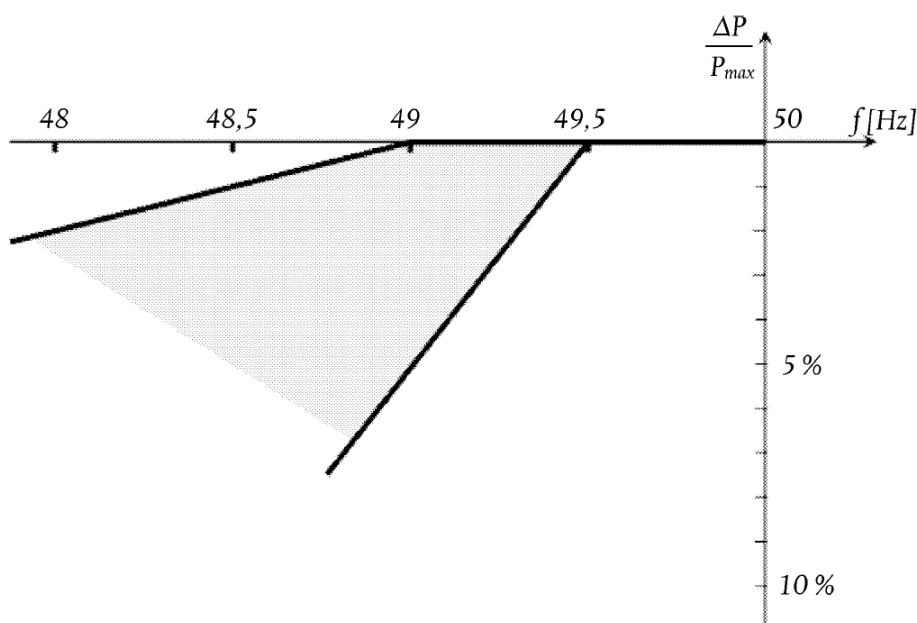
Výsledná tabulka – 100 %		Vyhovující	Celkové vyhodnocení
Frekvence (Hz)	Činný výkon (W)		
50	9848,5	-	ANO
50.1	9846,9		
50.4	9045,0		
50.9	7487,0		
51.4	5104,4		
50.9	5102,4		
50.4	5100,6		
50.1	5100,5		
50	9845,5		
Statika (%)	5,00	ANO	
Návratová frekvence	<50,05 Hz	ANO	
Gradient	<10 %/min	ANO	
Výsledná tabulka – 50 %		Vyhovující	
Frekvence (Hz)	Činný výkon (W)		
50	4979,9	-	
50.1	4976,0		
50.4	4581,3		
50.9	3790,1		
51.4	2576,8		
50.9	2575,5		
50.4	2574,1		
50.1	2573,7		
50	4982,5		
Statika (%)	4,97	ANO	
Návratová frekvence	<50,05 Hz	ANO	
Gradient	<10 %/min	ANO	
Nárůst výkonu na DC straně	Nárůst výkonu na AC straně	Vyhovující	
O 20 %	0 %	ANO	

4. Snížení činného výkonu při podfrekvenci

Legislativa: PPDS – kap.9.3.2 Návaznost: RfG – čl.13.4 a 5, EN50549 – kap.4.4.3

4.1. Požadavek:

Pokud není VM schopen udržet konstantní dodávku činného výkonu při poklesu frekvence, má možnost společně s klesající frekvencí snížit i dodávaný činný výkon do sítě. Požadavek PPDS na VM je dán horní (přísnější) čarou (obr.4.1), a tedy pokles pod frekvenci 49 Hz může způsobit pokles činného výkonu o 2 %/Hz. Provozovatel PS může v případě stanovit jiné snížení činného výkonu, které musí být ve vymezené oblasti. Druhá čára má pokles stanovený od 10 %/Hz při poklesu frekvence pod 49,5 Hz. Snížení platí pro jmenovité podmínky okolního prostředí stanovené výrobcem. Pokud VM není schopen plnit tyto požadavky, je potřeba doložit technickou studii PDS.

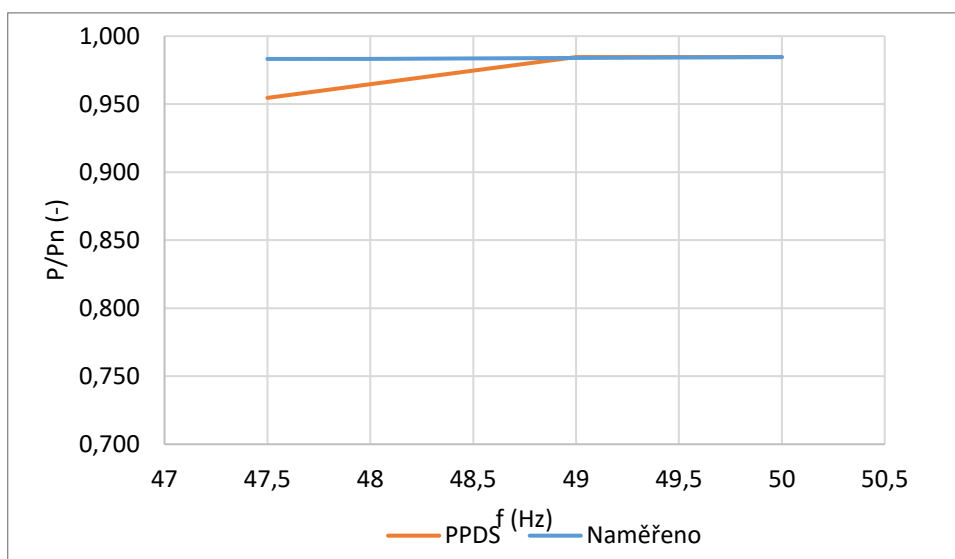


Obr.4.1: Regulační oblast pro snížení činného výkonu při podfrekvenci

4.2. Průběh zkoušky:

Dle požadavku PPDS může dojít k poklesu činného výkonu maximálně o 2 % P_{max} /Hz při poklesu frekvence pod 49 Hz. Tento požadavek byl otestován současně s požadavkem na frekvenční stabilitu (TZ kapitola 1), kdy byla frekvence snížena na hodnotu 47,6 Hz. Z kapitoly 1 této TZ.

Grafy:



Obr.4.2: Naměřená vs požadovaná křivka $P(f)$ při snižující se frekvenci

4.3. Výsledek:

Dovolенý pokles činného výkonu	Naměřený pokles činného výkonu	Vyhovující
Pod 49 Hz max 2 %/Hz	0 %	ANO

5. Logický modul pro přerušení dodávky činného výkonu

Legislativa: PPDS – kap.5.1, návaznost: RfG – čl.13.6, EN50549 – kap.4.11.1

5.1. Požadavek:

Střídač musí disponovat logickým rozhraním, přes které musí být možné do 5 sekund přerušit dodávku činného výkonu na výstupu. Pokyn může být obdržen např. pomocí HDO. Odpínací prvek musí zůstat funkční i po silovém odpojení výroby z paralelního provozu.

5.2. Průběh zkoušky:

Pro otestování byly spojeny příslušné kontakty (pin 5 a 6 vstup DRM), kdy po spojení došlo do 5 sekund k přerušení dodávky činného výkonu do sítě.

5.3. Výsledek:

Čas odpojení – požadavek	Čas odpojení – měření	Vyhovující
≤ 5 s	≤ 5 s	ANO

6. Automatické opětovné připojení k soustavě

Legislativa: PPDS – kap.9.5, návaznost: RfG – čl.13.7, EN50549 – kap.4.10.2

6.1. Požadavek:

Automatické připojení je povoleno, pokud příslušný provozovatel DS v koordinaci s příslušným provozovatelem PS nestanoví jinak a provozovatel DS nezakázal opětovné připojení z důvodu řízení činného výkonu v závislosti na provozních podmínkách (např. vysláním omezovacího signálu 0 %)

Došlo-li k odpojení střídače od sítě z důvodů odchylek napětí nebo frekvence, může se střídač automaticky připojit k síti po splnění kritérií:

1. Napětí a frekvence je po dobu 300 s (5 min) v mezích
 - a. Napětí U : 0,85-1,1 U_n
 - b. Frekvence f : 47,5-50,05 Hz
2. Dodávaný výkon P musí od nuly najíždět s gradientem 10 %/min

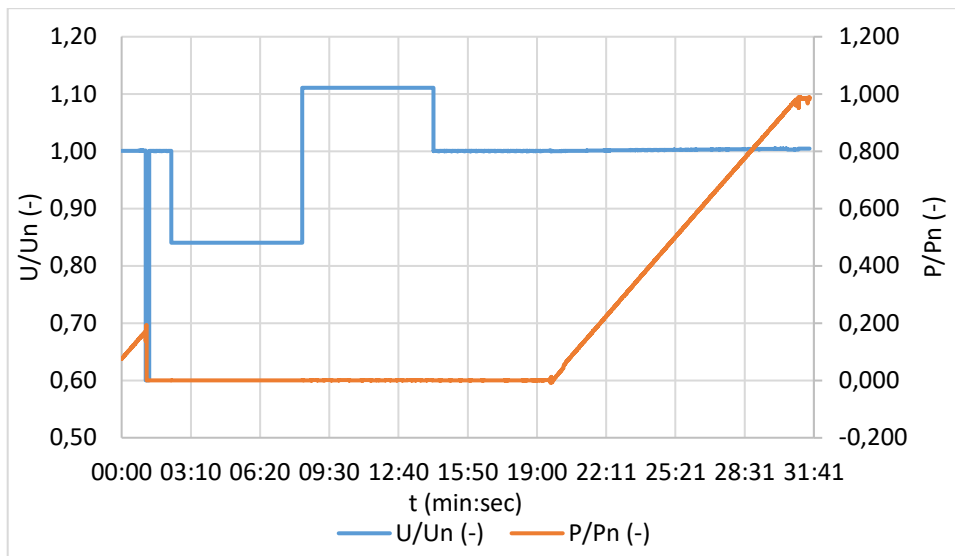
V případě, že není střídač schopen splnit bod 2., může se po předchozí koordinaci s PDS připojit v intervalu 0-20 min.

6.2. Průběh zkoušky

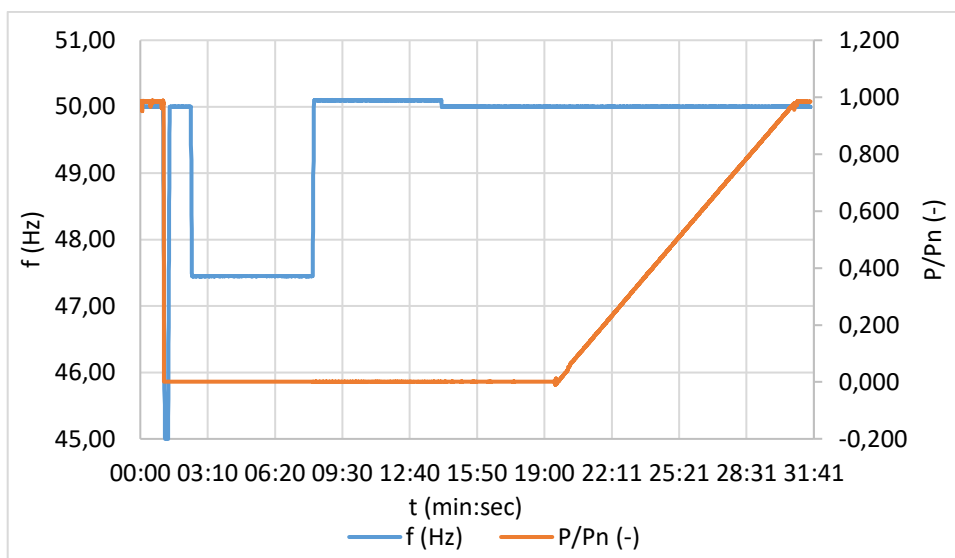
Střídač je uveden do provozu a před spuštěním zkoušecí sekvence je na dobu 60 sekund provozován na jmenovitých parametrech napětí a frekvence. Střídač je od umělé DS odpojen pomocí poruchy napětíového charakteru (*obr.6.1*) tím, že napětí je nastaveno na 0,6 U_n (138 V) po dobu 10 sekund. Poté je napětí vráceno na 1,0 U_n na 60 sekund, které opět slouží pro ustálení střídače. Po uplynutí této doby je napětí sníženo na hodnotu 0,83 U_n (190,9 V), kdy toto napětí se nachází mimo rozsah pro připojení. Napětí je na této hodnotě ponecháno po dobu 6 minut. Následně je napětí zvýšeno na 1,12 U_n (257,6 V), opět na 6 minut, pro ověření horního limitu rozsahu požadavku. Pro ověření gradientu je napětí vráceno na 1,0 U_n (230 V) a střídač je ponechán na této hodnotě, dokud nedojde k nárůstu činného výkonu.

Frekvenční rozsah je testován podobným způsobem. Střídač je nejdříve odpojen poruchou frekvenčního charakteru, tak že je frekvence snížena na 45 Hz na dobu 10 sekund. Poté je střídač provozován 60 sekund na jmenovitých parametrech, aby se zajistilo ustálení střídače. Jako první je testován spodní rozsah frekvence, ta je nastavena na 47,4 Hz na 6 minut. Dále je otestován horní rozsah frekvencí 50,15 Hz po dobu 6 minut. Na závěr je otestována doba pro analýzu sítě a gradient nárůstu činného výkonu, takže je frekvence vrácena na jmenovitou hodnotu 50 Hz.

Grafy:



Obr.6.1: Automatické připojení – napětí



Obr.6.2: Automatické připojení – frekvence

6.3. Výsledek:

Automatické připojení - napětí				Celkové vyhodnocení
	Požadováno	Naměřeno	Vyhovující	ANO
Připojení mimo rozsah	Nepřipojení	Nepřipojení	ANO	
Doba analýzy sítě	min 300 sekund	320 sekund	ANO	
Gradient činného výkonu	max 10 %/min	8,69 %/min	ANO	
Automatické připojení - frekvence				
	Požadováno	Naměřeno	Vyhovující	
Připojení mimo rozsah	Nepřipojení	Nepřipojení	ANO	
Doba analýzy sítě	min 300 sekund	320 sekund	ANO	
Gradient činného výkonu	max 10 %/min	8,63 %/min	ANO	

7. Ověření jmenovitého výkonu střídače

Legislativa: PPDS – kap.2, návaznost: RfG – čl.5, EN50549 – 3.2.1.

7.1. Požadavek:

Ověření jmenovitého výkonu střídače uváděného na štítku střídače.

7.2. Průběh zkoušky

AC simulátor je nastaven na své nominální hodnoty ($U_N = 230\text{ V}$, $f_N = 50\text{ Hz}$). Na DC simulátoru je nastaven výkon $1,2 P_{NAC}$.

7.3. Výsledek:

Očekávaný maximální výkon: 10 kW (při $\cos\phi=1$)

Naměřený maximální výkon: 9,86 kW

Vyhovuje: ANO

8. Napěťová stabilita

Legislativa: PPDS – kap.9.1.2., návaznost: RfG – nepožaduje, EN50549 – kap.4.4.4

8.1. Požadavek:

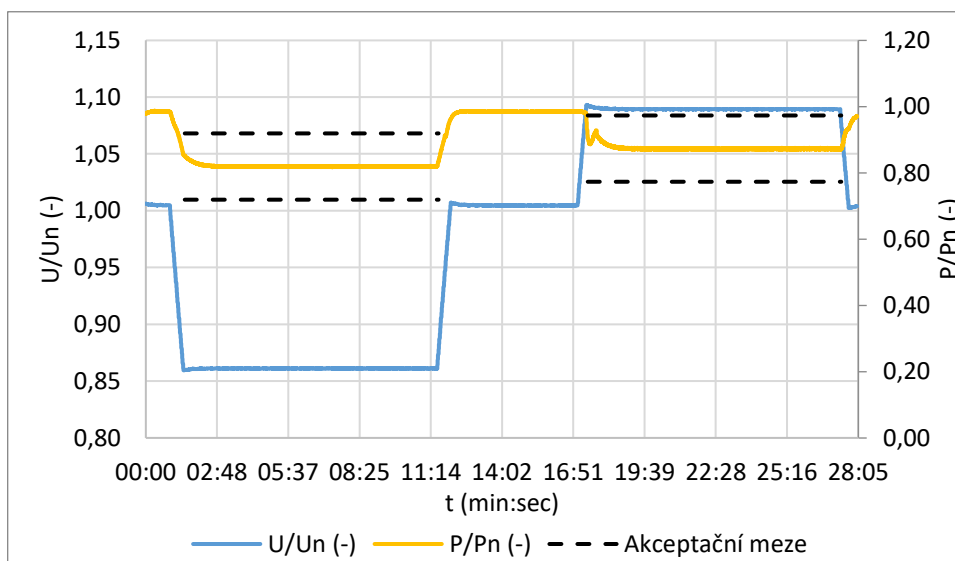
Střídač musí být schopen trvalého v provozu v napěťovém rozsahu $0,85 - 1,1 U_n$.

8.2. Průběh zkoušky:

Střídač je uveden do provozu při jmenovitých parametrech po dobu 60 sekund. Po ustálení všech parametrů střídači je na AC straně změněna velikost napětí během 32 sekund na $0,86 U_n$ (197,8 V) a na této hodnotě setrvává 10 minut, po kterých střídač pracuje stabilně. Po 10 minutách je test přerušen a napětí vráceno na jmenovitou hodnotu $1,0 U_n$ (230 V) během 32 sekund a zde je střídač ponechán po dobu 5 minut.

Dále je otestován rozsah pro zvýšené napětí a je použita velikost $1,09 U_n$ (250,7 V). Hodnota napětí je zvýšena na $1,09 U_n$ během 21 sekund. Po dobu 10 minut je sledováno chování střídače, kdy opět dochází ke stabilnímu provozu. Napětí je během 21 sekund vráceno na jmenovitou hodnotu.

Grafy:



Obr.8.1: Napěťová stabilita

8.3. Výsledek:

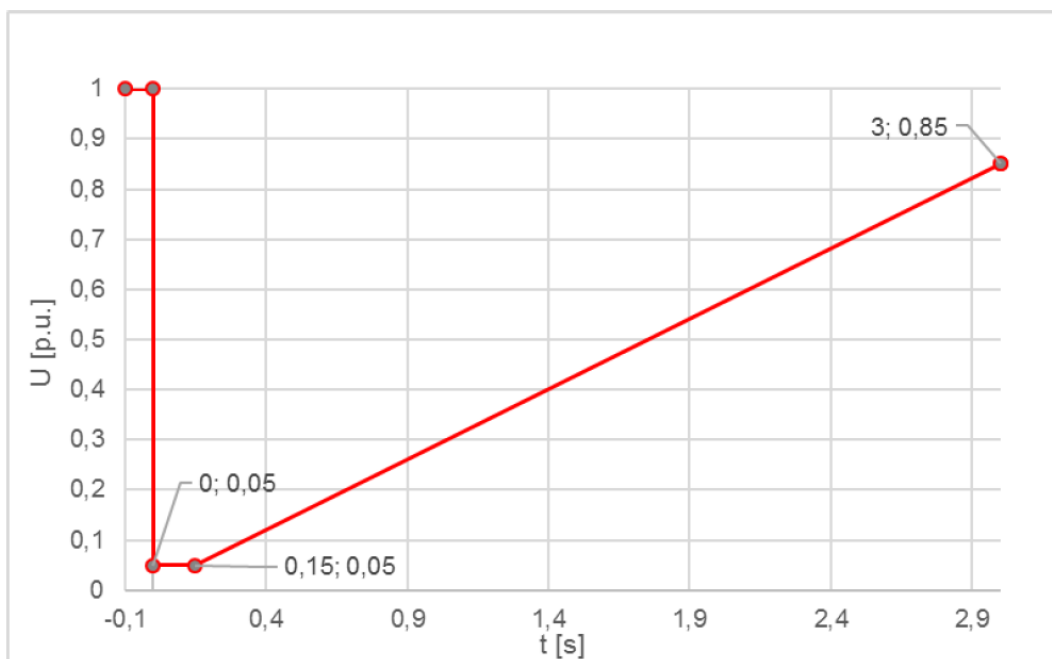
Testovaný rozsah	Čas testu	Vyhovující	Celkové vyhodnocení
0,86 U_n	10 min	ANO	ANO
1,09 U_n	10 min	ANO	

9. Překlenutí podpětí – křivka UVRT

Legislativa: PPDS – kap.9.2.2.1, návaznost: RfG -, EN50549 – kap.4.5.3

9.1. Požadavek

Střídač by se nesmí odpojit od DS při poklesu napětí, které odpovídá definované křivce – plná čára (obr.9.1). Pokud napětí klesne pod křivku, k odpojení může dojít.



Obr.9.1: Křivka UVRT

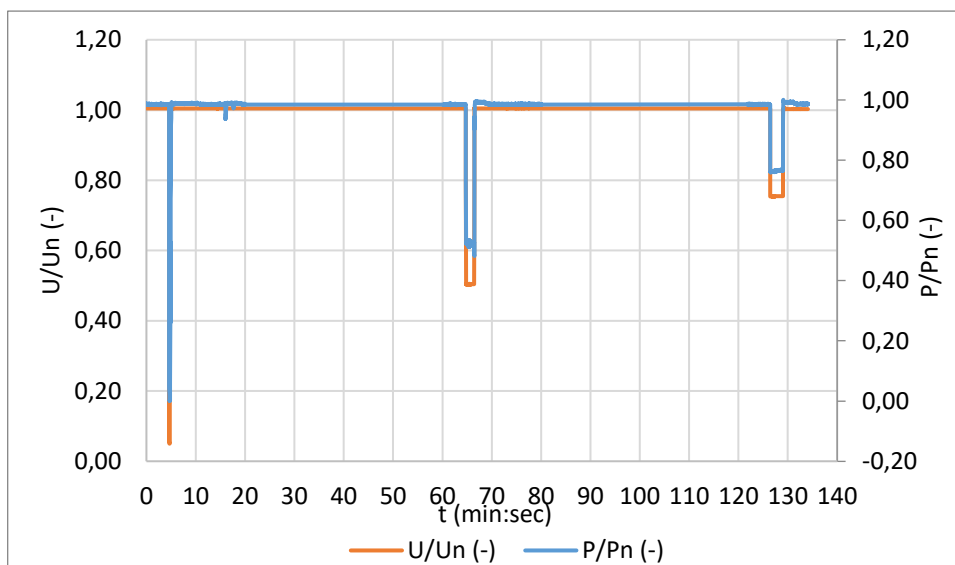
9.2. Průběh zkoušky:

Ochrana je uveden do provozu. Po ustálení je spuštěna sekvence odpovídající tab.9.1. Jednotlivé poklesy jsou přiváděny na AC vstup ochrany po 60 sekundách. Pro splnění je potřeba tuto sekvenci překlenout 2x.

Tab.9.1: Testovací sekvence UVRT

Značení	Pokles napětí	Doba trvání poklesu
P.1	0,05 U_n (11,5 V)	0,15 s
P.2	0,5 U_n (115 V)	1,7 s
P.3	0,75 U_n (172,5 V)	2,6 s

Grafy:



Obr.9.2: Křivka URVT – naměřeno

9.3. Výsledek:

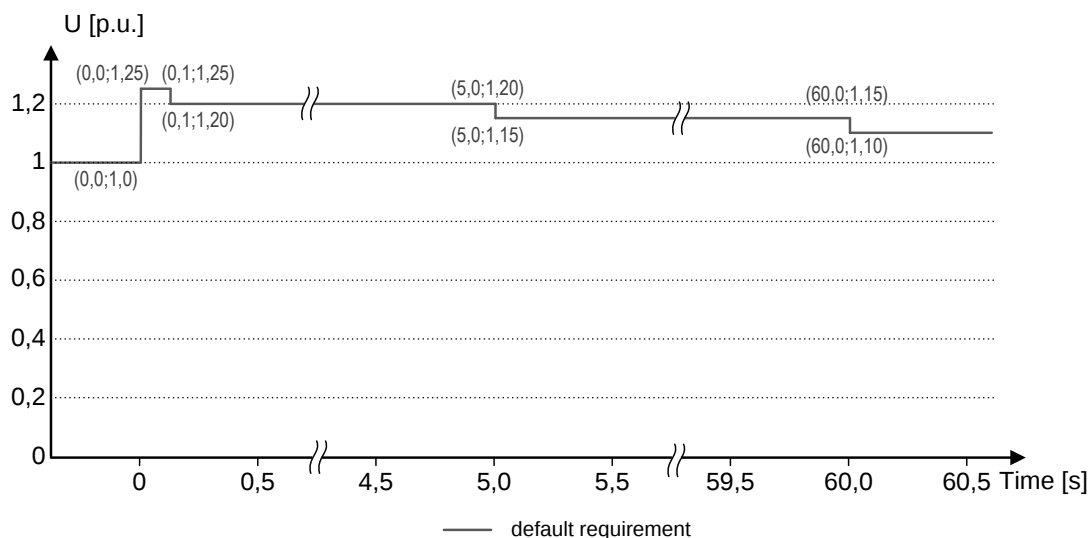
Pokles	Vyhovující	Celkové hodnocení
P.1	ANO	ANO
P.2	ANO	
P.3	ANO	

10. Překlenutí nadpětí – křivka ORVT

Legislativa: PPDS – kap.9.2.2.2, návaznost: RfG -, EN50549 – kap.4.5.4

10.1. Požadavek:

Střídač musí zůstat připojen k DS pokud napětí na svorkách nepřekročí mez definovanou křivkou ORVT určenou následujícím grafem (*obr.10.1*). Toto musí splňovat i všechna zařízení výroby, které by mohly způsobit odpojení.



Obr.10.1: Křivka ORVT

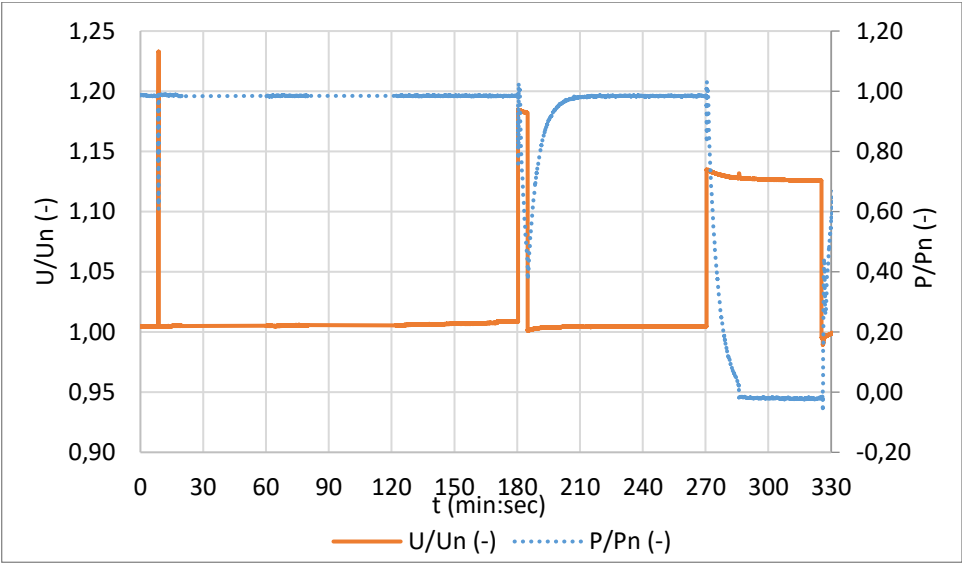
10.2. Průběh zkoušky:

Ověření schopnosti ochrany překlenout nadpětí a splnit křivku ORVT je rozděleno do tří stupňů dle tab.10.1

Tab.10.1: Testovací sekvence UVRT

Značení	Nadpětí	Doba trvání poklesu
N.1	1,23 Un (282,9V)	50 ms
N.2	1,18 Un (271,4 V)	4,5 s
N.3	1,13 Un (264,5 V)	55 s

Grafy:



Obr.10.2: Křivka ORVT

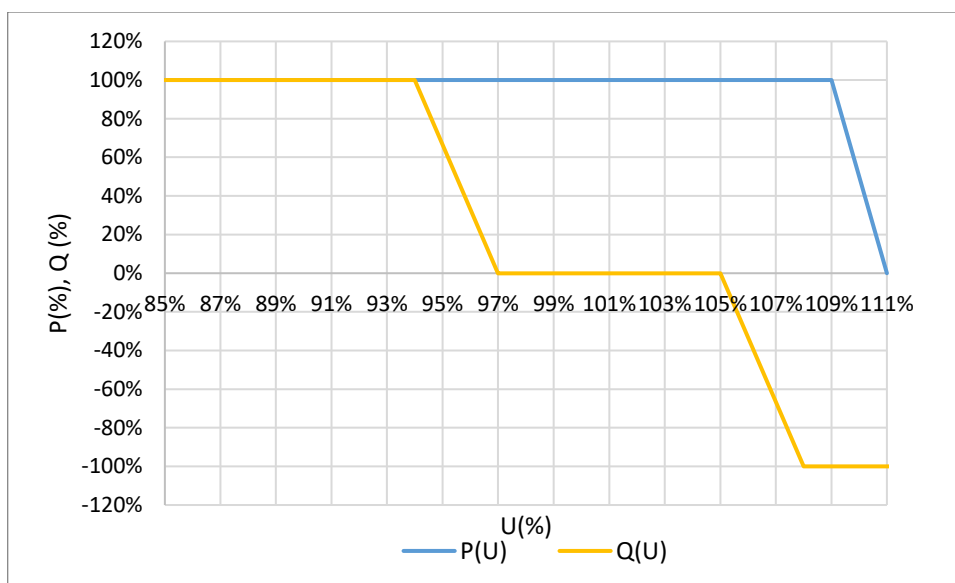
Pokles	Vyhovující	Celkové hodnocení
N.1	ANO	ANO
N.2	ANO	
N.3	ANO	

11. Funkce P(U) a Q(U)

Legislativa: PPDS – kap.9.3.5 a kap.9.4.2, návaznost: RfG -, EN50549 – kap.4.7.3 a kap.4.7.2.3.3

11.1. Požadavek

Výrobní připojené přes střídač k DS na hladině NN musí disponovat funkcí P(U). Regulační působení funkce P(U) požadováno společností EG.D je zobrazeno na následujícím obrázku (*obr.12.1*). Dále musí být výrobní schopna pracovat charakteristikou Q(U) (*obr.12.1*), která musí být plně nastavitelná. Nastavení Q(U) odpovídá požadavkům EG.D.



Obr.11.1: P(U) a Q(U) křivky požadovány EG.D

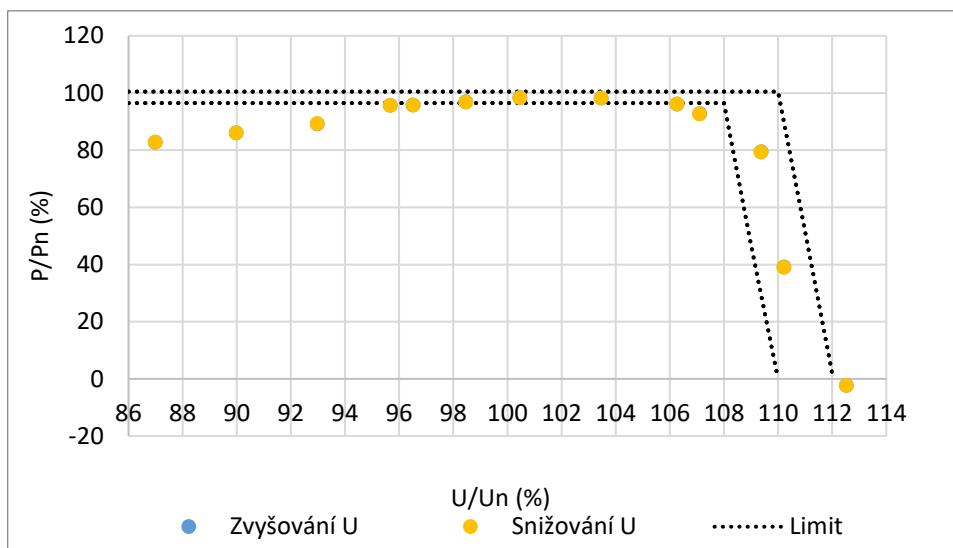
11.2. Průběh zkoušky:

Defaultní nastavení Q(U) křivky PPDS nenařizuje, ale umožňuje plné nastavení dle požadavků jednotlivého provozovatele DS.

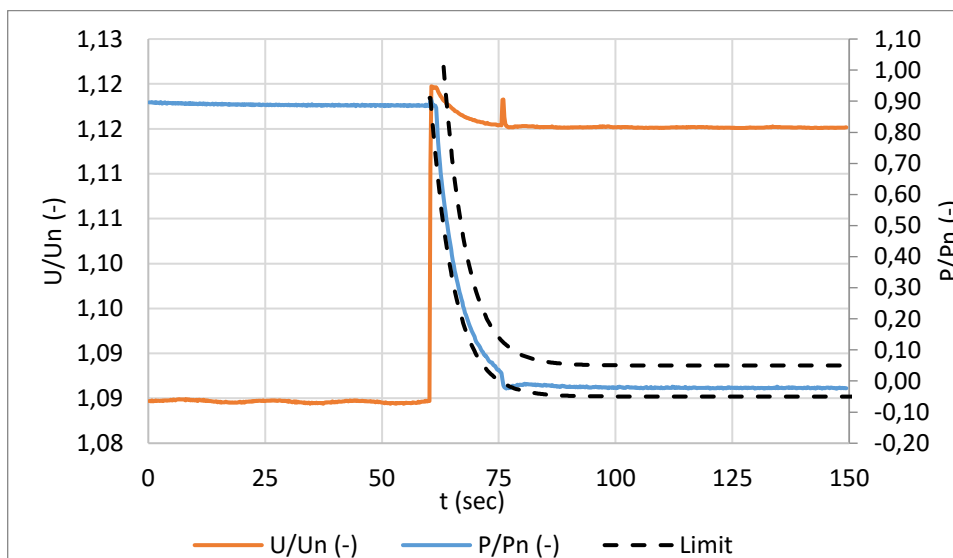
Křivka P(U) (*obr.11.2*) a křivka Q(U) (*obr.11.3*) jsou ověřovány postupným zvyšováním napětí z hodnoty 86 % Un na 112 % Un a zpět.

Na *obr.11.4* je zkoušeno dynamické chování jalového výkonu Q při skokové změně napětí U. Jalový výkon Q se zvětšuje s exponenciálním průběhem s časovou konstantou $\tau = 20$ sekundám.

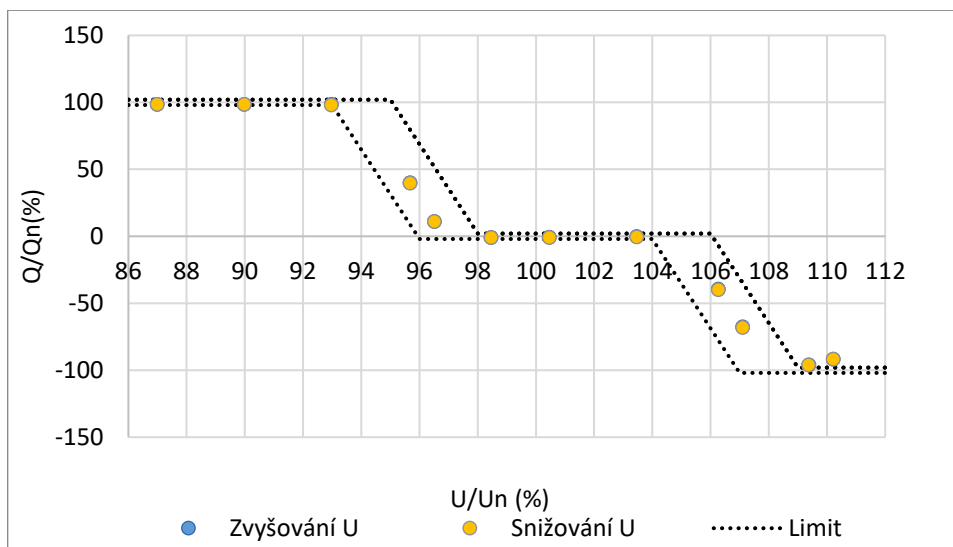
Grafy:



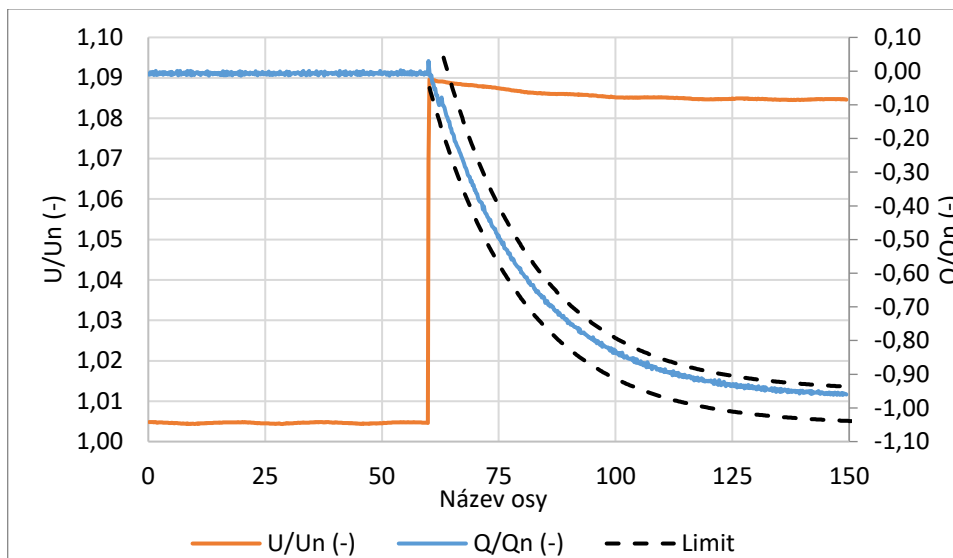
Obr.11.2: $P(U)$ – vyhodnocení



Obr.11.3: Dynamická odezva činného výkonu P na skokovou změnu napětí U



Obr.11.4: $Q(U)$ – vyhodnocení



Obr.11.5: Dynamická odezva jalového výkonu Q na skokovou změnu napětí U

11.3. Výsledek:

Test	Vyhovující	Celkové vyhodnocení
Křivka $P(U)$	ANO	ANO
Dynamická odezva P	ANO	
Křivka $Q(U)$	ANO	ANO
Dynamická odezva Q	ANO	

U testu $P(U)$ křivky se činný výkon dostává mimo akceptační mez, to je způsobeno dosažením maximálního zdánlivého výkonu společným působením $Q(U)$ křivky. Toto chování je akceptovatelné.

12. Ochrany

Nastavení vychází ze SoP (smlouva o připojení) společnosti EG.D

12.1. Požadavek:

Nastavení prahových hodnot a zpoždění pro testování, uvádí tabulku níže (tab.12.1)

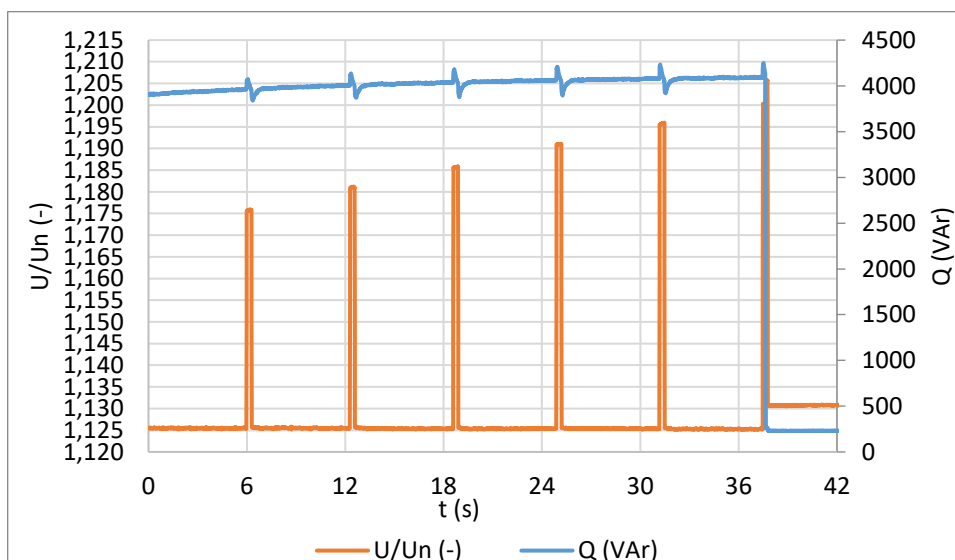
Tab.12.1: Nastavení ochran

Funkce		Nastavení pro vypnutí	Zpoždění [s]
Nadpětí 3. stupeň	$U \gg \gg$	1,2 Un	0,1
Nadpětí 2. stupeň	$U \gg$	1,15 Un	5
Nadpětí 1. stupeň ⁽¹⁾	$U >$	1,11 Un	0
Podpětí 1. stupeň	$U <$	0,7 Un	2,7
Podpětí 2. stupeň	$U \ll$	0,45 Un	0,2
Nadfrekvence		51,5 Hz	0,1
Podfrekvence		47,5 Hz	0,1

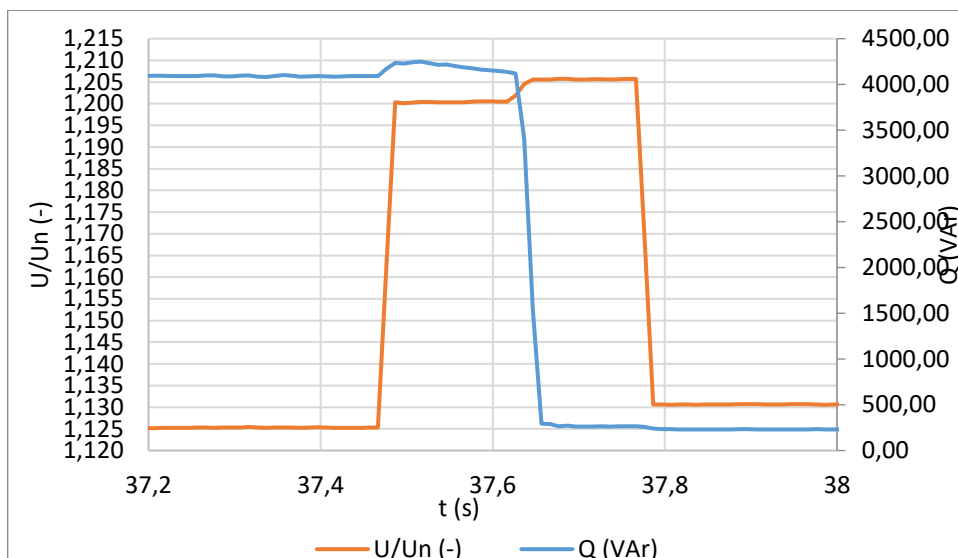
⁽¹⁾ Pokud nelze nastavit 1. nadpěťová ochrana na desetiminutový průměr, tak je nastavena na 1,11 Un se zpožděním 60 s.

12.2. 3° nadpěťové ochrany

Jako první ochrana je otestován 3° nadpěťové ochrany. 3° nadpěťová ochrana je testován impulzní rampou, kdy se napatí zvětšuje od hodnoty 1,18 Un po 0,05 Un až do doby vybavení ochrany.



Obr.12.1: 3. stupeň nadpěťové ochrany – impulzní rampa

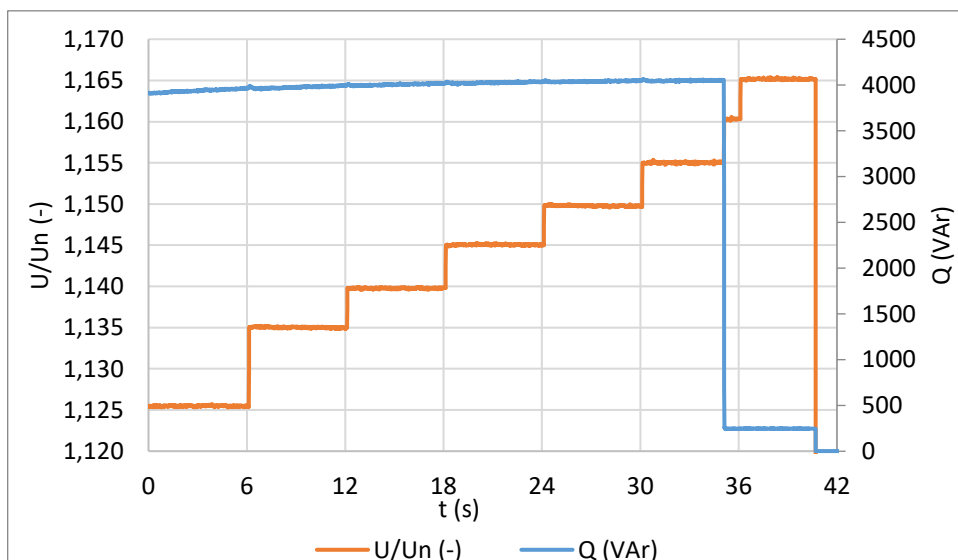


Obr.12.2: 3. stupeň nadpětové ochrany – detail

12.3. 2° nadpětové ochrany

2° stupeň nadpětové ochrany, má nastavené vybavení po 5 sekundách, pokud je napětí větší než 1,15 Un. Pro zkoušku tohoto stupně je schodovou rampou zvyšováno napětí z 1,18 Un po 0,05 Un až do vybavení ochrany.

Grafy:

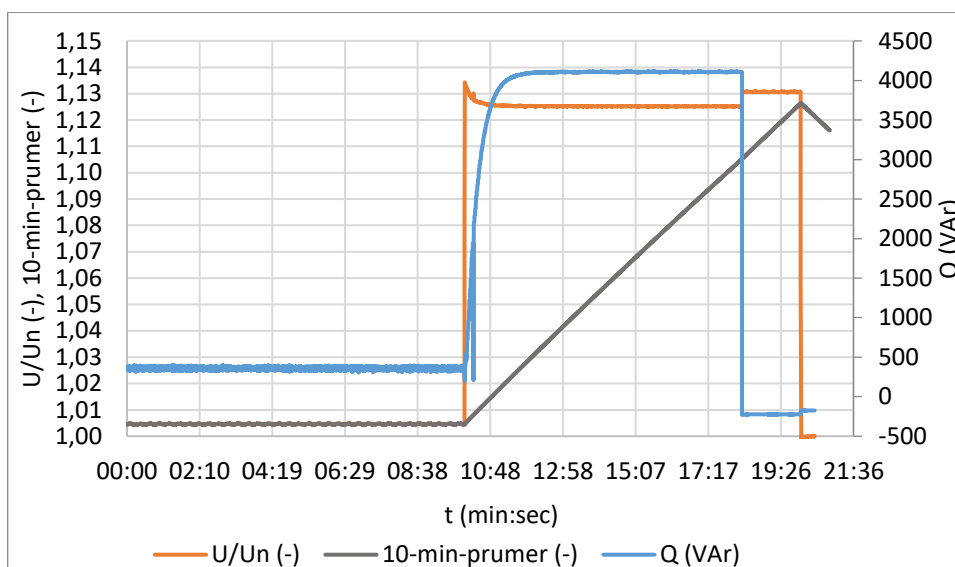


Obr.12.3: 2. stupeň nadpětové ochrany – schodová rampa

12.4. 1° nadpětíové ochrany – 10 – min ochrana

1° stupněm nadpětíové ochrany je ochrana fungující na principu 10 minutové střední hodnoty. Pokud je tedy v posledních 10 minutách střední hodnota napětí vyšší než 1,11 Un, ochrana musí vybavit. Z průběhu (*obr.12.4*) je zřejmé, že k odpojení střídače od umělé DS došlo při střední hodnotě 1,105 Un. Nejistota může být ±46,5 sekundy, v tomto případě je nejistota měření -21 sekund. Toto zafungování je vyhovující. U této zkoušky je zároveň otestován 3 stupeň křivky OVRT, který je vyhovující.

Grafy:

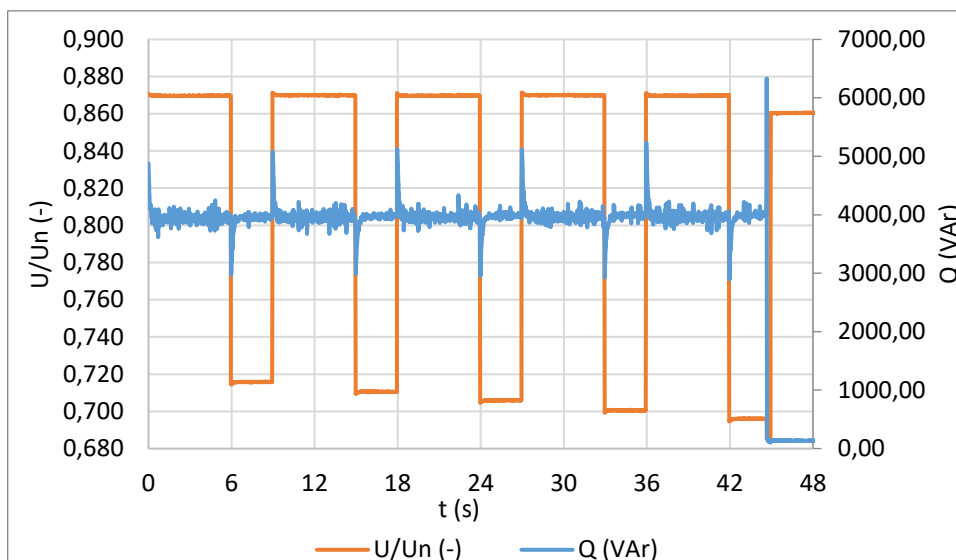


Obr.12.4: 10 min ochrana

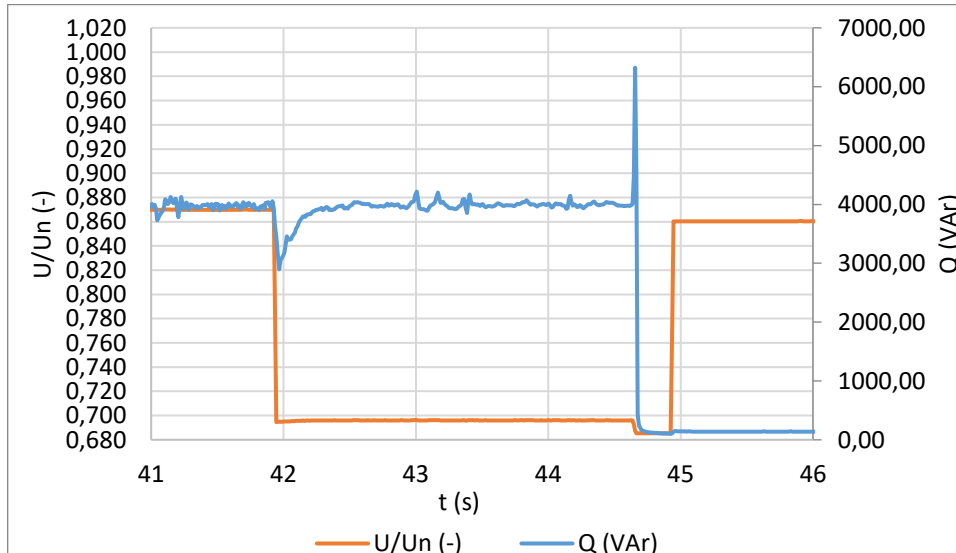
12.5. 1° podpěťové ochrany

1° podpěťová ochrana je testován impulzní rampou, kdy se napětí zmenšuje od hodnoty 0,72 Un po 0,05 Un až do doby vybavení ochrany.

Grafy:



Obr.12.5: Podpěťová ochrana 1.stupeň

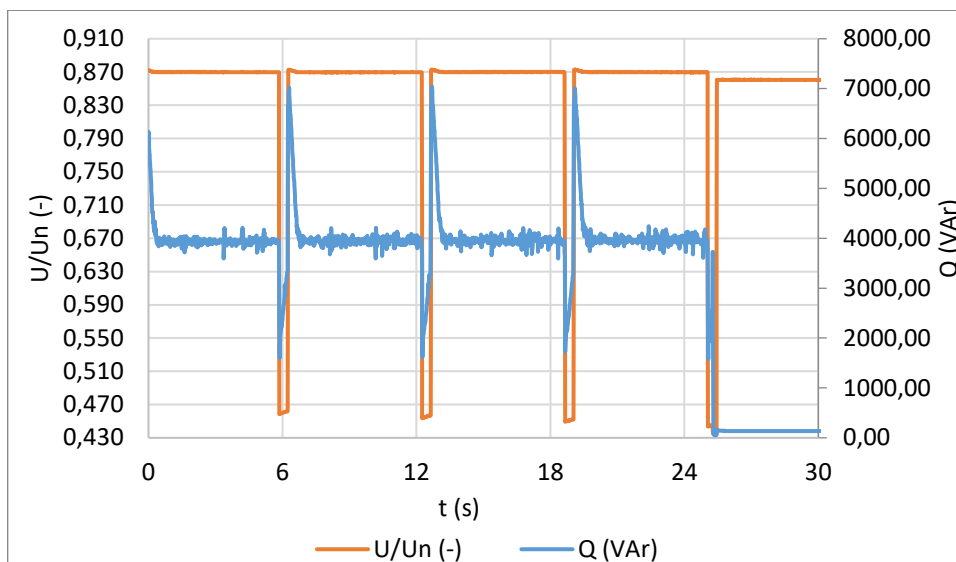


Obr.12.6: Podpěťová ochrana 1. stupeň – detail

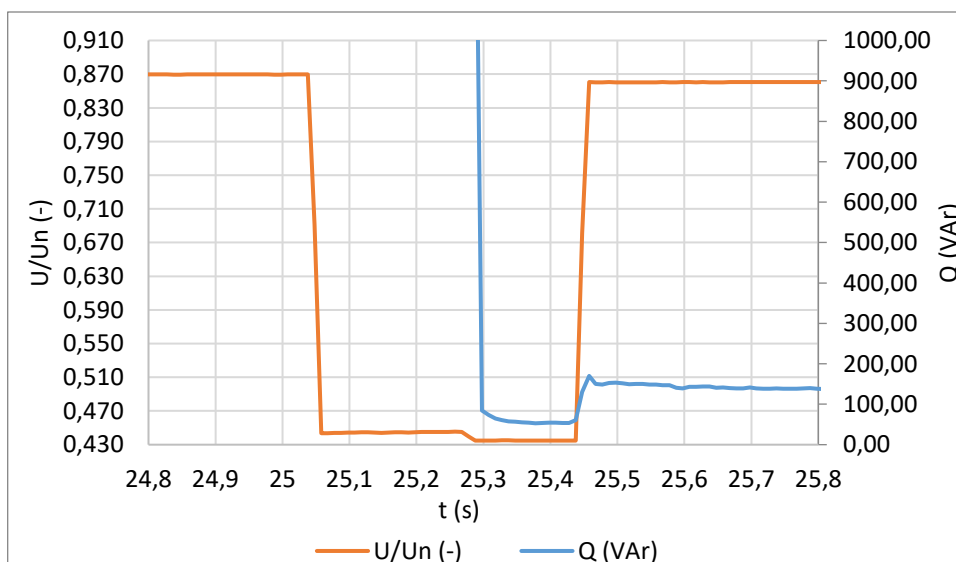
12.6. 2° podpěťové ochrany

2° podpěťové ochrana je testován impulzní rampou, kdy se napětí zmenšuje od hodnoty 0,47 Un po 0,05 Un až do doby vybavení ochrany.

Grafy:



Obr.12.7: Podpěťová ochrana 2.stupeň

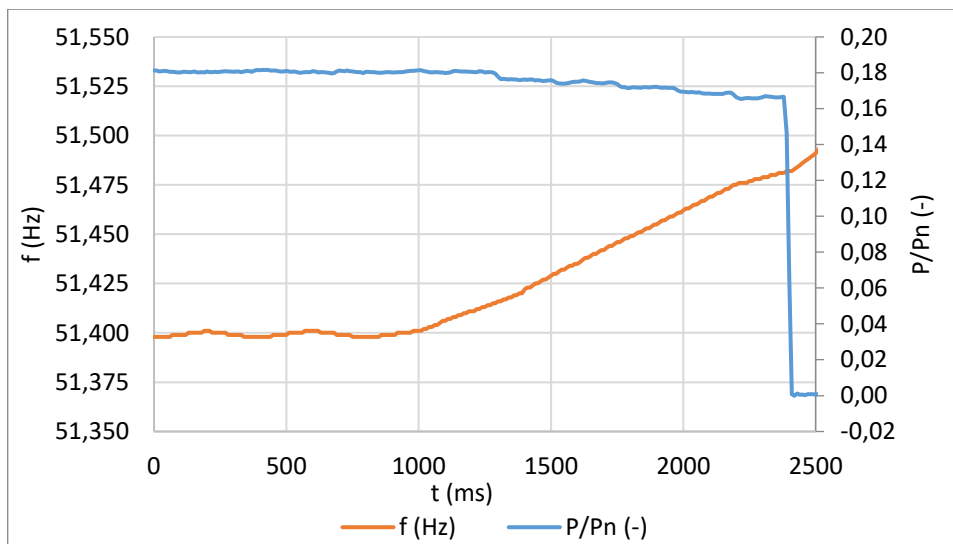


Obr.12.8: Podpěťová ochrana 2.stupeň – detail

12.7. Nadfrekvenční ochrana

Nadfrekvenční ochrana (*obr.12.9*) je testována schodovou rampou, startuje se na frekvenci 51,4 Hz a s krokem 25 mHz je frekvence zvyšována až do vybavení ochrany.

Grafy:

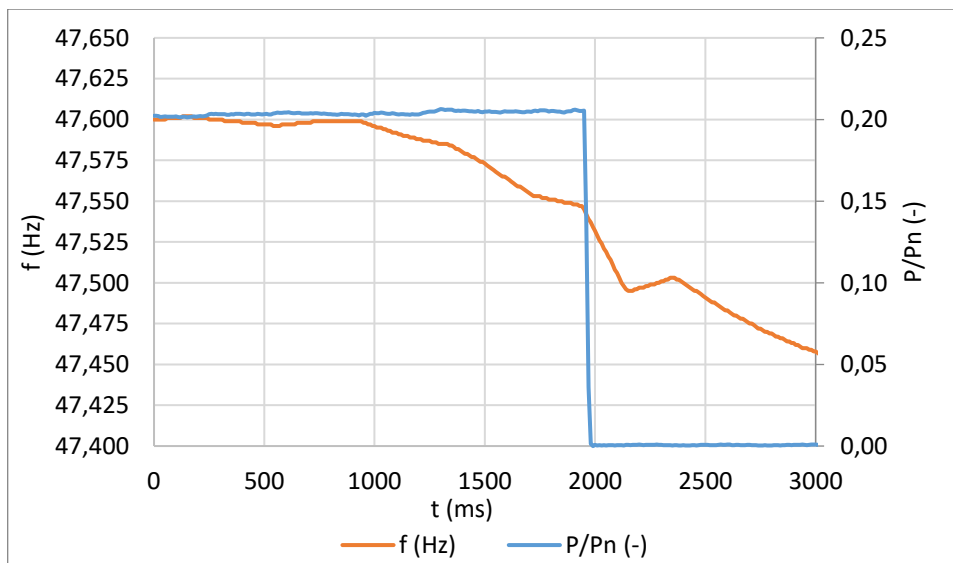


Obr.12.9: Nadfrekvenční ochrana

12.8. Podfrekvenční ochrana

Podfrekvenční ochrana (*obr.12.10*) je testována schodovou rampou, startuje se na frekvenci 47,4 Hz a s krokem 25 mHz je frekvence snižována až do vybavení ochrany.

Grafy:



Obr.12.10: Podfrekvenční ochrana

12.9. Výsledek:

Tab.12.2: Výsledky měření ochran

Název	Prahová hodnota	Prahová hodnota -naměřená	Nastavení	Vybavení	Nejistota	Vyhovuje
3° nadpětíová	1,2 Un	1,20 Un	0,1 s	0,17 s	+ 0,2 s	ANO
2° nadpětíová	1,15 Un	1,155 Un	5 s	5,00 s	+ 0,2 s	ANO
10min ochrana	1,11 Un	1,105 Un	10 min průměr	-21 s	± 46,5 s	ANO
1° podpětíová	0,7 Un	0,696 Un	2,7 s	2,75 s	+ 0,2 s	ANO
2° podpětíová	0,45 Un	0,445 Un	0,24 s	0,2 s	+ 0,2 s	ANO
Nadfrekvenční	51,5 Hz	51,475 Hz	0,1 s	0,15 s	+ 0,2 s	ANO
Podfrekvenční	47,5 Hz	47,550 Hz	0,1 s	0,16 s	+ 0,2 s	ANO

13. Obnovení činného výkonu po krátkodobém poklesu napětí

Legislativa: PPDS – kap.9.2.2.4; návaznost: RfG -čl.20.3, EN50549 –

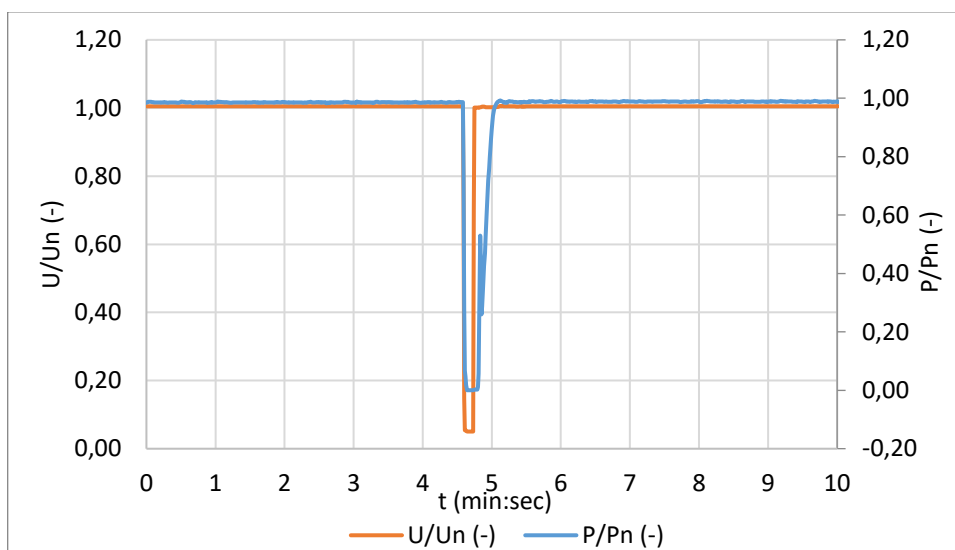
13.1. Požadavek

Nesynchronní VM musí po poruše v soustavě (přechodný jev), která nevedla k odpojení VM, obnovit činný výkon na hodnotu před poruchou (nebo na maximální hodnotu s ohledem na dostupný zdroj energie) s dovolenou odchylkou +/-5% do 1 sekundy po dosažení 85% napětí v místě připojení. Pokud VM dodává během poruchy prioritně jalový výkon, obnova činného výkonu se zahájí po dosažení 95% napětí v místě připojení. A ukončí se do 1 s.

13.2. Průběh zkoušky:

Zkouška je vyhodnocena na základě provedení testu UVRT viz. kapitola 9 této TZ.

Grafy:



Obr.13.1: Obnovení činného výkonu po krátkodobém poklesu napětí

13.3. Výsledek:

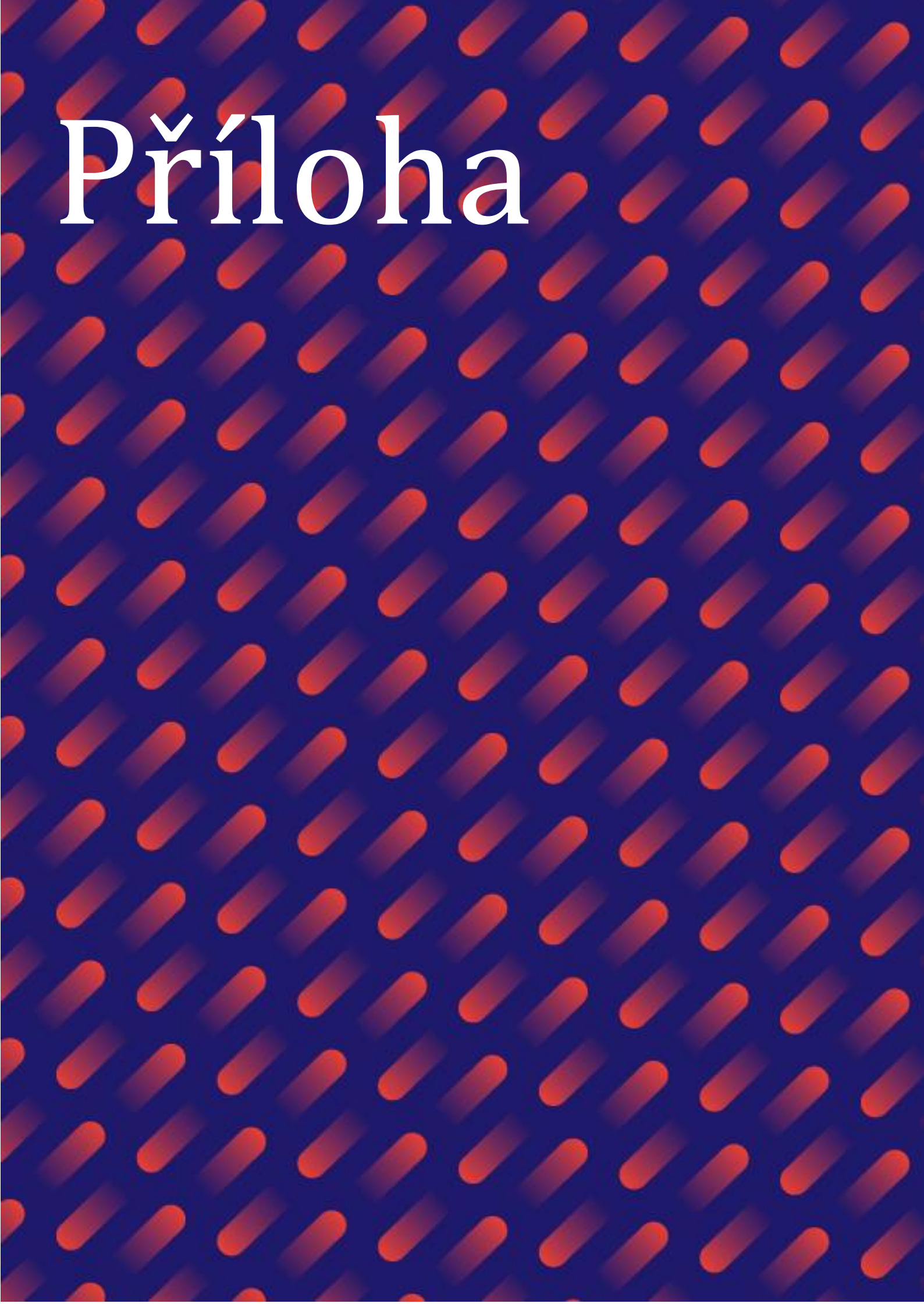
Napětí	Velikost P	Čas obnovení	Celkové vyhodnocení
> 0,85 Un	1,0 Pn	0,33	ANO

Závěr

V předkládané technické zprávě byly ověřeny funkce kladené na VM typu A1 PPDS a interními připojovacími podmínkami společnosti EG.D. Výsledky všech testů jsou uvedeny v technické zprávě.

Střídač vyhověl ve všech testech.

Příloha



Příloha č.1 – Nastavení střídače

Název	Detail	Testovací (Požadované)	Jednotky
Frekvenční stabilita	Schopnost střídače – nenastavuje se		
RoCoF			
Snížení činného výkonu při nadfrekvenci	Prahová frekvence	50.2	Hz
	Statika	5	%
	Návratová frekvence	50,05	Hz
	Návratový gradient	10	%/min
Snížení činného výkonu při podfrekvenci	Schopnost střídače - nenastavuje se		
Logický modul pro omezení dodávky			
Automatické připojení	Horní mez napětí	1,1	Un
	Dolní mez napětí	0,85	Un
	Horní mez frekvence	50,05	Hz
	Dolní mez frekvence	47,5	Hz
	Doba analýzy sítě	300	s
	Gradient	600 (10)	$\frac{s}{(\%/min)}$
Napěťová stabilita	Schopnost střídače - nenastavuje se		
UVRT	Mělo by se jednat o odolnost střídače, která by se neměla nikterak nastavovat		
OVRT			
Křivka P(U)	Napětí - 1	0,85	Un
	Dodávka činného výkonu - 1	100	%
	Napětí - 2	1,0	Un
	Dodávka činného výkonu - 2	100	%
	Napětí - 3	1,09	Un
	Dodávka činného výkonu - 3	100	%
	Napětí - 4	1,11	Un
	Dodávka činného výkonu - 4	0	%
	Časová konstanta 3τ	15	s
Křivka Q(U)	Napětí - 1	0,94	Un
	Dodávka jalového výkonu - 1	100	%
	Napětí - 2	0,97	Un
	Dodávka jalového výkonu – 2	0	%
	Napětí - 3	1,05	Un
	Odběr jalového výkonu - 3	0	%
	Napětí - 4	1,08	Un
	Odběr jalového výkonu - 4	-100	%
	Časová konstanta 3τ	60	s

Nadpětí 3. stupeň	Prahová hodnota napětí	1,2	Un
	Zpoždění	0,1	s
Nadpětí 2. stupeň	Prahová hodnota napětí	1,15	Un
	Zpoždění	5	s
Nadpětí 1. stupeň - 10 min ochrana	Prahová hodnota napětí	1,11	Un
Podpětí 1.stupeň	Prahová hodnota napětí	0,7	Un
	Zpoždění	2,7	s
Podpětí 2.stupeň	Prahová hodnota napětí	0,45	Un
	Zpoždění	0,2	s
Nadfrekvence	Prahová hodnota frekvence	51,5	Hz
	Zpoždění	0,1	s
Podfrekvence	Prahová hodnota frekvence	47,5	Hz
	Zpoždění	0,1	s

Příloha č.2 – Datasheet



YOUR
SMART
ENERGY



SMILE-G3-T4/T5/T6/T8/T10

RESIDENTIAL SERIES

POWER
4 / 5 / 6 / 8 / 10 kW

CAPACITY

- 3.8 kWh Battery Module
Expandable from 3.8 to 23.0 kWh
- 4.0 kWh Battery Module
Expandable from 4.0 to 24.0 kWh
- 8.2 kWh Battery Module
Expandable from 8.2 to 49.2 kWh





+

- 200% PV Input
- All in One Design
- MPPT Shadow Scanning
- No Additional High Voltage Box
- Support Multiple VPP Applications
- Easy Installation and Maintenance
- Bypass Function for Series Battery
- 3 MPPT Support Multi-Direction Roof
- Safer with Aerosols Inside the Battery
- Capable of 150% Unbalancing per Phase
- Compatible with EV Charger and Heat Pump

SMILE-G3-T4/T5/T6/T8/T10



Model	SMILE-G3-T4	SMILE-G3-T5	SMILE-G3-T6	SMILE-G3-T8	SMILE-G3-T10
System Specifications					
Nominal Output Power	4000 W	5000 W	6000 W	8000 W	10000 W
Capacity Range	3.8 ~ 23.0 kWh / 4.0 ~ 24.0 kWh / 8.2 ~ 49.2 kWh (95% DoD)				
Battery Chemistry	LFP (LiFePO4)				
Warranty	10 Years Product Warranty, 10 Years Battery Performance Warranty				
Inverter Technical Specifications					
Model	SMILE-G3-T4-INV	SMILE-G3-T5-INV	SMILE-G3-T6-INV	SMILE-G3-T8-INV	SMILE-G3-T10-INV
Coupling	Hybrid	Hybrid	Hybrid	Hybrid	Hybrid
Max. PV Input Power	8000 W	10000 W	12000 W	16000 W	20000 W
Max. PV Input Current	16 A / 16 A / 16 A				
Max. PV Input Voltage	1000 V				
MPPT Number / Max. Input Strings Number per MPPT	3 / 1				
MPPT Voltage Range	140 ~ 950 V				
Max. PV Short-Circuit Current	24 A / 24 A / 24 A				
Max. Charging/Discharging Current	40 A				
Max. Charging/Discharging Power	4000 W	5000 W	6000 W	8000 W	10000 W
Rated Frequency	50 / 60 Hz				
Rated Voltage	220 V / 380 V, 230 V / 400 V				
Phase	Three Phase				
Rated Output Power (Grid Port)	4000 W	5000 W	6000 W	8000 W	10000 W
Rated Output Power (Backup Port)	4000 W	5000 W	6000 W	8000 W	10000 W
Rated Input Power (On-grid)*	8000 W	10000 W	12000 W	15000 W	15000 W
Backup	UPS				
Communication	Ethernet / WiFi / Modbus / API				
Relative Humidity	0 ~ 90% (No Condensation)				
Dimensions (W x D x H)	610 x 212.5 x 416 mm				
Weight	26.7 kg				
IP Protection	IP65				
Safety	IEC 62109-1/-2				
EMC	IEC 61000-6-1/-3				
Overvoltage Category	DC II				
Grid Regulation	VDE 4105, EN 50549-1, VDE0126-01-01, NC RFG				
Battery Technical Specifications					
Module Model	SMILE-G3-BAT-3.8S		SMILE-G3-BAT-4.0S		SMILE-G3-BAT-8.2P
Nominal Capacity	3.8 kWh		4.0 kWh		8.2 kWh
Usable Capacity	3.6 kWh		3.8 kWh		7.8 kWh
Depth of Discharge (DoD)	95%**				
Nominal Voltage	96 V		96 V		256 V
Max. Charging/Discharging Current	40 A***		42 A		32 A****
Rated Charging/Discharging Rate	1 C				
Operating Temperature Range	-10°C ~ 50 °C*****				
Cycle Life	10000*****				
Battery Modules Connection	1 ~ 6 in Series		1 ~ 6 in Series		1 ~ 6 in Parallel
IP Protection	IP21		IP65		IP21
Dimensions (W x D x H)	610 x 212.5 x 435 mm		610 x 212.5 x 435 mm		610 x 212.5 x 793 mm
Weight	39.2 kg		42.5 kg		78.3 kg

* Under specific application

** Test condition: Max. 0.5C charge/discharge at 25±2°C.

*** 50A discharging current sustainable for 30 minutes in off-grid operation.

**** 40A discharging current sustainable for 30 minutes in off-grid operation.

***** Max. charge/discharge current derating may occur with changes in temperature and SoC.

***** Under specific test conditions.

Alpha ESS Co., Ltd.

☎ +86 573 8060 6881

✉ info@alpha-ess.com

🌐 www.alpha-ess.com

📍 No. 1046, Sihua Road, Nantong Hi-Tech Zone, Jiangsu Province, China

Alpha ESS Europe GmbH

☎ +49 40 3459 1601

✉ europe@alpha-ess.de

🌐 www.alpha-ess.de

📍 Paul-Ehrlich-Strasse 1a, Langen, Hessen D-43225 Germany

Alpha ESS Australia Pty. Ltd.

☎ +61 02 9000 7676

✉ techsupport@alpha-ess.au

🌐 www.alpha-ess.com

📍 8/75-21 Gibbs Street, Chateau Wood, NSW 2047 Australia

Alpha ESS International Pte. Ltd.

☎ +65 6333 1126 / +65 69 31124

✉ singapore@alpha-ess.com

🌐 2 Corporation Road #01-05A

Corporation Place #04-04 Singapore

Alpha ESS Italy S.r.l.

☎ +39 339 462 4288

✉ info@alpha-ess.it

🌐 www.alpha-ess.com

📍 Via Don Minzoni, 17 Calenzano, Firenze, Italy

Alpha ESS UK Ltd.

☎ +44 01330 043 2610

✉ info@alpha-ess.com

🌐 www.alpha-ess.com

📍 Drake House, Long Street, Dundee, CL1 4HH UK

Alpha ESS USA, Inc.

☎ +1 408 368 7628

✉ usa@alpha-ess.com

🌐 www.alpha-ess.com

📍 Unit S 2180 S Ivanhoe St, Denver, CO 80222 USA

Alpha ESS Korea Co., Ltd.

☎ info@alpha-ess.com

✉ 2F, 19-4, Nohyeong 11-gil,

Jeju-e, Jeju-do, Republic of Korea

Alpha ESS South Africa (Pty) Ltd.

☎ mmeservice@alpha-ess.com

✉ La Rocca Office Park, Block

323 Main Road, Bryanston, Johannesburg, 2091



V05.1905.20.24 - Text and images correspond to the current state of technology at the time of printing. Subject to modifications. All information is without guarantee in spite of careful editing - liability excluded.



YOUR
SMART
ENERGY



SMILE-G3-T12-20

RESIDENTIAL SERIES

POWER

12 / 15 / 20 kW

CAPACITY

8.2 kWh Battery Modular
Expandable To 49.2 kWh



Easy Installation & Maintenance
HV-Battery with Higher Efficiency
No Additional DC / DC or LMU Module
Backup 150% Overload Up to 30 Seconds





SMILE-G3-T12-20



Model	SMILE-G3-T12	SMILE-G3-T15	SMILE-G3-T20
System Specifications			
Nominal Output Power	12 kW	15 kW	20 kW
Capacity Range	8.2 ~ 49.2 kWh (95% DoD)		
Battery Chemistry	LFP (LiFePO ₄)		
IP Protection	IP21 (Indoor)		
Warranty	10 Years Product Warranty		
Inverter Technical Specifications			
Model	SMILE-G3-T12-INV	SMILE-G3-T15-INV	SMILE-G3-T20-INV
Coupling	Hybrid	Hybrid	Hybrid
Max. PV Input Power	24 kW	30 kW	40 kW
Max. PV Input Current	18 A / 18 A / 18 A	18 A / 18 A / 18 A	18 A / 18 A / 18 A
Max. PV Input Voltage	1000 V	1000 V	1000 V
MPPT Number/Max. Input Strings Number per MPPT	3 / 1	3 / 1	3 / 1
MPPT Voltage Range	200 ~ 850 V	200 ~ 850 V	200 ~ 850 V
Max. PV Short-Circuit Current	21 A / 21 A / 21 A	21 A / 21 A / 21 A	21 A / 21 A / 21 A
Max. Charging/Discharging Current	60 A	60 A	60 A
Max. Charging/Discharging Power	12 kW	15 kW	20 kW
Rated Frequency	50 / 60 Hz	50 / 60 Hz	50 / 60 Hz
Rated Voltage	380 V	380 V	380 V
Rated Output Apparent Power (Grid Port)	12 kW	15 kW	20 kW
Rated Output Apparent Power (Backup Port)	12 kVA	15 kVA	20 kVA
Backup	UPS	UPS	UPS
Communication	WiFi / LAN / RS485		
Relative Humidity	0~90% (Non-Condensing)		
Dimensions (W x D x H)	610 x 250 x 610 mm		
Weight	44 kg		
Safety	IEC 62109-1/-2		
EMC	IEC 61000-6-1/-3		
Overvoltage Category	DC II		
Grid Regulation	VDE-AR-N 4105: 2018-11, EN 50549-1: 2019		

Battery Technical Specifications

Module Mode	SMILE-G3-BAT-B2P
Capacity	8.2 kWh
Usable Capacity	7.8 kWh
Depth of Discharge (DoD)	95%*
Nominal Voltage	256 V
Max. Charging/Discharging Current	32 A
Operating Temperature Range	-10 °C – +50 °C**
Cycle Life	8000***
Battery Modules Connection	1 – 6 in Parallel
Dimensions (W x D x H)	610 x 212 x 793 mm
Weight	72 kg

* Test Condition: Max. 0.5C charge/discharge at 25±2 °C

** Max. charge/discharge current derating may occur with changes in temperature and SOC.

*** Under specific test conditions



Alpha ESS Co., Ltd.

☎ +86 021 9000 6891
 ✉ info@alpha-ess.com
 🌐 www.alpha-ess.com
 📍 Zhuhua Road 888, Nanxiong
 High-Tech Industrial
 Development Zone, Nanxiong,
 Jiangxi Province, China

Alpha ESS Suzhou Co., Ltd.

☎ +86 512 6838 7628
 ✉ info@alpha-ess.com
 🌐 www.alpha-ess.com
 📍 Building 10-A, Canal Town Industrial
 Park, 99 Taihu E Rd, Wuzhong District,
 Suzhou, Jiangsu Province, China

Alpha ESS Europe GmbH

☎ +49 69 3409 1601
 ✉ europe@alpha-ess.de
 🌐 www.alpha-ess.de
 📍 Paul-Grich-Strasse 1a,
 Langer, Hessen D-63225
 Germany

Alpha ESS Australia Pty. Ltd.

☎ +61 02 9000 7676
 ✉ Australia@alpha-ess.com
 🌐 www.alpha-ess.com
 📍 8/5-21 Gibbs Street, Chateau,
 NSW 2047 Australia

Alpha ESS Italy S.r.l.

☎ +39 039 492 4388
 ✉ info@alpha-ess.it
 🌐 www.alpha-ess.com
 📍 Via Don Minzoni, 17
 Calenzano Firenze 50061 Italy

Alpha ESS UK Ltd

☎ +44 145 354 5222
 ✉ info@alpha-ess.com
 🌐 www.alpha-ess.com
 📍 Drake House, Long
 Green, Dunstable, G11
 UK

Alpha ESS International Pte. Ltd.

☎ +65 6531 1125 / +65 6531 1326
 ✉ Singapore@alpha-ess.com
 🌐 3 Corporation Road #01-06A
 Corporation Place 638494
 Singapore

Alpha ESS USA, Inc.

☎ +1 408 368 7828
 ✉ usa@alpha-ess.com
 🌐 Unit 5 2580 S Fairview
 St, Denver, CO 80222
 USA

Alpha ESS Korea Co., Ltd.

☎ info@alpha-ess.com
 ✉ KR_10-A_Nohyeon@eg.d
 📍 Jaju-e3, Jaju-e3, Republic of
 Korea