

## Testovací metody a techniky pro ověřování souladu výrobních zařízení a výroben s nařízením RfG a jejich monitoring

ID projektu: TK04010060

Název projektu: Implementace certifikačních procesů pro zajištění integrace rozptýlených zdrojů v souladu s požadavky Nařízení EU

Relevantní výsledek: TK04010060-V2

Poskytovatel: Technologická agentura České republiky, Evropská 1692/37, 160 00 Praha 6, IČ 72050365

Příjemce projektu: Vysoké učení technické v Brně, Antonínská 548, 60200 Brno, IČ 00216305

Další uchazeč: Strojírenský zkušební ústav, s.p., Hudcova 424, 62100 Brno, IČ 00001490

Řešitel projektu: prof. Ing. Jiří Drápela, Ph.D. (Vysoké učení technické v Brně)

Doba řešení: 1.1. 2022 – 31.12. 2023

Stran: 127

Verze: v1

V Brně, 6. 12. 2023

O – Ostatní výsledky

## **Testovací metody a techniky pro ověřování souladu výrobních zařízení a výroben s nařízením RfG a jejich monitoring**

Tato technická zpráva byla vytvořena s finanční podporou TA ČR. Je výsledkem projektu TK04010060 „Implementace certifikačních procesů pro zajištění integrace rozptýlených zdrojů v souladu s požadavky Nařízení EU“, program Théta, Podprogram 1 - Výzkum ve veřejném zájmu.

Poskytovatel: Technologická agentura České republiky (TAČR), Evropská 1692/37, 160 00 Praha 6, IČ 72050365

Příjemce projektu: Vysoké učení technické v Brně (VUT), Antonínská 548, 60200 Brno, IČ 00216305

Další uchazeč: Strojírenský zkušební ústav, s.p. (SZÚ), Hudcova 424/56b, 62100 Brno, IČ 00001490

Aplikační garant: Ministerstvo průmyslu a obchodu (MPO), Na Františku 32, 110 15 Praha 1, IČ 47609109

Řešitel projektu: prof. Ing. Jiří Drápela, Ph.D. (VUT)

Další řešitel: Ing. Michal Manhalter (SZÚ)

Řešitelský tým: prof. Ing. Petr Toman, Ph.D. (VUT)

Ing. Jan Morávek, Ph.D. (VUT)

Ing. Jiří Dvořáček (VUT)

Ing. Michal Ptáček, Ph.D. (VUT)

Ing. Martin Vojtek, Ph.D. (VUT)

Ing. Tomáš Hruška (SZÚ)

Ing. Aleš Onderek (SZÚ)

Ing. Pavel Štícha (SZÚ)

Pavel Kratochvíl (SZÚ)

Přidružení členové projektu:

Ing. Jiří Havel, jmenovaný zástupce za MPO

Ing. Oldřich Rychlý, jmenovaný zástupce za ČEPS, a.s.

Ing. Roman Vaněk, Ph.D., jmenovaný zástupce za ČEZ Distribuce, a.s.

Ing. Martin Kurfířt, jmenovaný zástupce za EG.D, a.s.

Ing. Zdeněk Hejpetr, jmenovaný zástupce za PREdistribuce, a.s.

# OBSAH

<b>Seznam zkratk</b> .....	<b>9</b>
<b>1 Úvod</b> .....	<b>10</b>
1.1 Cíl.....	10
1.2 Předmět .....	10
1.3 Zdůvodnění inovace současného postupu .....	11
1.4 Uplatnění .....	11
<b>2 Definice pojmů</b> .....	<b>12</b>
<b>3 Klasifikace ověřované technologie</b> .....	<b>13</b>
3.1 Certifikát shody produktu.....	13
3.2 Certifikát souladu zařízení .....	14
<b>4 Metody zkoušek souladu</b> .....	<b>15</b>
4.1 Zkouška souladu bez výkonového buzení.....	15
4.1.1 Použití .....	16
4.2 Zkoušky se simulovaným výkonovým buzením .....	17
4.2.1 Použití .....	18
4.3 Zkoušky s přirozeným výkonovým buzením .....	18
4.3.1 Použití .....	20
4.4 Zkoušky souladu dle místa provedení .....	20
4.4.1 Laboratorní zkoušky souladu .....	20
4.4.2 Zkoušky souladu v terénu .....	20
4.5 Požadavky na měřicí soustavu .....	21
<b>5 Varianty postupu ověření souladu zařízení</b> .....	<b>23</b>
<b>6 Reference</b> .....	<b>24</b>
<b>Příloha I Zkušební postup Ověření souladu střídačů s požadavky PPDS: P4 na nesynchronní výrobní moduly kategorie A1 a A2</b> .....	<b>25</b>
Normativní a nenormativní odkazy.....	26
Určení.....	26
Přehled zkoušek a souvisejících požadavků.....	27
Seznam zkratk .....	31
1 Maximální dodávka činného výkonu .....	32
1.1 Cíl zkoušky .....	32
1.2 Specifikace požadavků .....	32
1.3 Zkušební zařízení a metoda pro posouzení souladu.....	32
1.4 Měřicí zařízení .....	32
1.5 Předpoklady .....	32
1.6 Zkušební procedura.....	32
1.7 Vyhodnocení dat a akceptační kritérium .....	33
2 Schopnost provozu v rámci normálního provozního rozsahu frekvence .....	34
2.1 Cíl zkoušky .....	34
2.2 Specifikace požadavků .....	34
2.3 Zkušební zařízení a metoda pro posouzení souladu.....	34
2.4 Měřicí zařízení .....	34
2.5 Předpoklady .....	34
2.6 Zkušební procedura.....	34
2.7 Vyhodnocení dat a akceptační kritérium .....	35
3 Dovolené snížení výkonu při klesající frekvenci .....	36
3.1 Cíl zkoušky .....	36

3.2	Specifikace požadavků .....	36
3.3	Zkušební zařízení a metoda pro posouzení souladu.....	36
3.4	Měřicí zařízení .....	36
3.5	Předpoklady .....	36
3.6	Zkušební procedura.....	36
3.7	Vyhodnocení dat a akceptační kritérium .....	37
4	Schopnost provozu v rámci normálního provozního rozsahu napětí .....	38
4.1	Cíl zkoušky .....	38
4.2	Specifikace požadavků .....	38
4.3	Zkušební zařízení a metoda pro posouzení souladu.....	38
4.4	Měřicí zařízení .....	38
4.5	Předpoklady .....	38
4.6	Zkušební procedura.....	38
4.7	Vyhodnocení dat a akceptační kritérium .....	39
5	Výkonová specifikace střídače.....	40
5.1	Cíl zkoušky .....	40
5.2	Specifikace požadavků .....	40
5.3	Zkušební zařízení a metoda pro posouzení souladu.....	40
5.4	Měřicí zařízení .....	40
5.5	Předpoklady .....	40
5.6	Zkušební procedura.....	40
5.7	Vyhodnocení dat a akceptační kritérium .....	41
6	Odolnost vůči rychlým změnám frekvence.....	42
6.1	Cíl zkoušky .....	42
6.2	Specifikace požadavků .....	42
6.3	Zkušební zařízení a metoda pro posouzení souladu.....	42
6.4	Měřicí zařízení .....	42
6.5	Předpoklady .....	42
6.6	Zkušební procedura.....	42
6.7	Vyhodnocení dat a akceptační kritérium .....	43
7	Překlenutí krátkodobého poklesu napětí - UVRT .....	44
7.1	Cíl zkoušky .....	44
7.2	Specifikace požadavků .....	44
7.3	Zkušební zařízení a metoda pro posouzení souladu.....	44
7.4	Měřicí zařízení .....	44
7.5	Předpoklady .....	44
7.6	Zkušební procedura.....	45
7.7	Vyhodnocení dat a akceptační kritérium .....	46
8	Překlenutí krátkodobého zvýšení napětí - OVRT.....	47
8.1	Cíl zkoušky .....	47
8.2	Specifikace požadavků .....	47
8.3	Zkušební zařízení a metoda pro posouzení souladu.....	47
8.4	Měřicí zařízení .....	47
8.5	Předpoklady .....	47
8.6	Zkušební procedura.....	48
8.7	Vyhodnocení dat a akceptační kritérium .....	49
9	Obnova činného výkonu po poruše .....	50
9.1	Cíl zkoušky .....	50
9.2	Specifikace požadavků .....	50
9.3	Zkušební zařízení a metoda pro posouzení souladu.....	50
9.4	Měřicí zařízení .....	50
9.5	Předpoklady .....	50
9.6	Zkušební procedura.....	51
9.7	Vyhodnocení dat a akceptační kritérium .....	51
10	Odezva výkonu na nadfrekvenci - P(f).....	52
10.1	Cíl zkoušky .....	52
10.2	Specifikace požadavků .....	52
10.3	Zkušební zařízení a metoda pro posouzení souladu.....	52
10.4	Měřicí zařízení .....	52

10.5	Předpoklady .....	52
10.6	Zkušební procedura.....	52
10.7	Vyhodnocení dat a akceptační kritérium .....	55
11	Napěťově závislý režim řízení - Q(U).....	57
11.1	Cíl zkoušky .....	57
11.2	Specifikace požadavků .....	57
11.3	Zkušební zařízení a metoda pro posouzení souladu.....	57
11.4	Měřicí zařízení .....	57
11.5	Předpoklady .....	57
11.6	Zkušební procedura.....	57
11.7	Vyhodnocení dat a akceptační kritérium .....	58
12	Dynamické chování - Q(U).....	59
12.1	Cíl zkoušky .....	59
12.2	Specifikace požadavků .....	59
12.3	Zkušební zařízení a metoda pro posouzení souladu.....	59
12.4	Měřicí zařízení .....	59
12.5	Předpoklady .....	59
12.6	Zkušební procedura.....	59
12.7	Vyhodnocení dat a akceptační kritérium .....	60
13	Napěťově závislé omezení činného výkonu - P(U).....	61
13.1	Cíl zkoušky .....	61
13.2	Specifikace požadavků .....	61
13.3	Zkušební zařízení a metoda pro posouzení souladu.....	61
13.4	Měřicí zařízení .....	61
13.5	Předpoklady .....	61
13.6	Zkušební procedura.....	61
13.7	Vyhodnocení dat a akceptační kritérium .....	62
14	Dynamické chování - P(U).....	63
14.1	Cíl zkoušky .....	63
14.2	Specifikace požadavků .....	63
14.3	Zkušební zařízení a metoda pro posouzení souladu.....	63
14.4	Měřicí zařízení .....	63
14.5	Předpoklady .....	63
14.6	Zkušební procedura.....	63
14.7	Vyhodnocení dat a akceptační kritérium .....	64
15	Automatické připojení za normálních provozních podmínek .....	65
15.1	Cíl zkoušky .....	65
15.2	Specifikace požadavků .....	65
15.3	Zkušební zařízení a metoda pro posouzení souladu.....	65
15.4	Měřicí zařízení .....	65
15.5	Předpoklady .....	65
15.6	Zkušební procedura.....	65
15.7	Vyhodnocení dat a akceptační kritérium .....	67
16	Automatické připojení po poruše .....	68
16.1	Cíl zkoušky .....	68
16.2	Specifikace požadavků .....	68
16.3	Zkušební zařízení a metoda pro posouzení souladu.....	68
16.4	Měřicí zařízení .....	68
16.5	Předpoklady .....	68
16.6	Zkušební procedura.....	68
16.7	Vyhodnocení dat a akceptační kritérium .....	70
17	Logické rozhraní pro omezení dodávky činného výkonu .....	71
17.1	Cíl zkoušky .....	71
17.2	Specifikace požadavků .....	71
17.3	Zkušební zařízení a metoda pro posouzení souladu.....	71
17.4	Měřicí zařízení .....	71
17.5	Předpoklady .....	71
17.6	Zkušební procedura.....	71
17.7	Vyhodnocení dat a akceptační kritérium .....	73

18	Podpěťová ochrana [27]	74
18.1	Cíl zkoušky	74
18.2	Specifikace požadavků	74
18.3	Zkušební zařízení a metoda pro posouzení souladu	74
18.4	Měřicí zařízení	74
18.5	Předpoklady	74
18.6	Zkušební procedura	74
18.7	Vyhodnocení dat a akceptační kritérium	76
19	Nadpěťová ochrana [59]	78
19.1	Cíl zkoušky	78
19.2	Specifikace požadavků	78
19.3	Zkušební zařízení a metoda pro posouzení souladu	78
19.4	Měřicí zařízení	78
19.5	Předpoklady	78
19.6	Zkušební procedura	78
19.7	Vyhodnocení dat a akceptační kritérium	80
20	Nadpěťová ochrana – 10 minutová střední hodnota	82
20.1	Cíl zkoušky	82
20.2	Specifikace požadavků	82
20.3	Zkušební zařízení a metoda pro posouzení souladu	82
20.4	Měřicí zařízení	82
20.5	Předpoklady	82
20.6	Zkušební procedura	82
20.7	Vyhodnocení dat a akceptační kritérium	83
21	Podfrekvenční ochrana [81]	84
21.1	Cíl zkoušky	84
21.2	Specifikace požadavků	84
21.3	Zkušební zařízení a metoda pro posouzení souladu	84
21.4	Měřicí zařízení	84
21.5	Předpoklady	84
21.6	Zkušební procedura	84
21.7	Vyhodnocení dat a akceptační kritérium	87
22	Nadfrekvenční ochrana [81>]	88
22.1	Cíl zkoušky	88
22.2	Specifikace požadavků	88
22.3	Zkušební zařízení a metoda pro posouzení souladu	88
22.4	Měřicí zařízení	88
22.5	Předpoklady	88
22.6	Zkušební procedura	88
22.7	Vyhodnocení dat a akceptační kritérium	91
23	Nastavitelnost a zabezpečení proti neoprávněnému přístupu k nastavení	92
23.1	Cíl zkoušky	92
23.2	Specifikace požadavků	92
23.3	Zkušební zařízení a metoda pro posouzení souladu	92
23.4	Zkušební procedura	92
23.5	Akceptační kritérium	92
	Příloha A: Zkušební pracoviště	93
	Příloha B: Přehled aktuálně platných relevantních požadavků PPDS: P4 na VM kategorie A1 a A2	96
	Příloha C: Příklad jednoho z možných nastavení parametrů zkušebních sekvencí na základě aktuálně platných požadavků PPDS: P4	102
	<b>Příloha II Zkušební postup Ověření souladu Výrobního modulu s požadavky PPDS: P4 na nesynchronní výrobní moduly kategorie B1 a B2</b>	<b>104</b>
	Normativní a nenormativní odkazy	105
	Určení	105
	Základní vymezení a použití	106

Přehled požadavků a způsoby ověření/doložení souladu .....	107
Seznam zkratk .....	109
1 Logické rozhraní pro řízení (19) .....	110
1.1 Cíl zkoušky .....	110
1.2 Specifikace požadavků .....	110
1.3 Zkušební zařízení a metoda pro posouzení souladu.....	110
1.4 Měřicí zařízení .....	110
1.5 Předpoklady .....	110
1.6 Zkušební procedura.....	110
1.7 Vyhodnocení dat a akceptační kritérium .....	110
2 Řiditelnost činného výkonu (20) .....	111
2.1 Cíl zkoušky .....	111
2.2 Specifikace požadavků .....	111
2.3 Zkušební zařízení a metoda pro posouzení souladu.....	111
2.4 Měřicí zařízení .....	111
2.5 Předpoklady .....	111
2.6 Zkušební procedura.....	111
2.7 Vyhodnocení dat a akceptační kritérium .....	111
3 Řiditelnost jalového výkonu/účinníku (21), Regulace napětí, jalového výkonu (22) .....	112
3.1 Cíl zkoušky .....	112
3.2 Specifikace požadavků .....	112
3.3 Zkušební zařízení a metoda pro posouzení souladu.....	112
3.4 Měřicí zařízení .....	112
3.5 Předpoklady .....	112
3.6 Zkušební procedura.....	112
3.7 Vyhodnocení dat a akceptační kritérium .....	112
4 Podmínky pro automatické opětovné připojení po síťové poruše (27) .....	113
4.1 Cíl zkoušky .....	113
4.2 Specifikace požadavků .....	113
4.3 Zkušební zařízení a metoda pro posouzení souladu.....	113
4.4 Měřicí zařízení .....	113
4.5 Předpoklady .....	113
4.6 Zkušební procedura.....	113
4.7 Vyhodnocení dat a akceptační kritérium .....	113
5 Rychlé opětovné přifázování (29) .....	115
5.1 Cíl zkoušky .....	115
5.2 Specifikace požadavků .....	115
5.3 Zkušební zařízení a metoda pro posouzení souladu.....	115
5.4 Měřicí zařízení .....	115
5.5 Předpoklady .....	115
5.6 Zkušební procedura.....	115
5.7 Vyhodnocení dat a akceptační kritérium .....	115
6 Komunikace a výměna informací (30).....	116
6.1 Cíl zkoušky .....	116
6.2 Specifikace požadavků .....	116
6.3 Zkušební zařízení a metoda pro posouzení souladu.....	116
6.4 Měřicí zařízení .....	116
6.5 Předpoklady .....	116
6.6 Zkušební procedura.....	116
6.7 Vyhodnocení dat a akceptační kritérium .....	116
7 Přístrojové vybavení (31) .....	117
7.1 Cíl zkoušky .....	117
7.2 Specifikace požadavků .....	117
7.3 Zkušební zařízení a metoda pro posouzení souladu.....	117
7.4 Měřicí zařízení .....	117
7.5 Předpoklady .....	117
7.6 Zkušební procedura.....	117
7.7 Vyhodnocení dat a akceptační kritérium .....	117

Příloha A: Zapojení zkušebního zařízení pro ověření souladu VM .....	118
Příloha B: Přehled aktuálně platných relevantních požadavků PPDS: P4 na nesynchronní VM kategorie B1 a B2 (FV výroba) .....	121



# SEZNAM ZKRATEK

Zkratka	Definice
AS	Akreditovaný subjekt
CerZ	Certifikát zařízení
CerP	Certifikát produktu
ČIA	Český institut pro akreditaci
ČR	Česká republika
DS	Distribuční soustava
EA	Evropská organizace pro spolupráci v oblasti akreditace
EPO	Elektrizační provozní oznámení, provozní oznámení elektrizační
ES	Evropské společenství
EU	Evropská unie
FW	Firmware
KPO	Konečné provozní oznámení, provozní oznámení konečné
LDS	Lokální distribuční soustava
PE	Výkonová excitace; power excitation
PM	Místo připojení
PPDS	Pravidla provozování distribuční soustavy
PřPS	Příslušný provozovatel soustavy
PS	Přenosová soustava
RfG	Requirements for Generators, Nařízení Komise (EU) 2016/631
SE	Signálová excitace; signal excitation
SC	Řízení signálem; signal control
SS	Simulace souladu
SW	Software
VE	Výrobna elektřiny (také jen výrobna)
VJ	Výrobní jednotka
VM	Výrobní modul
ZS	Zkoušky souladu
ZZ	Zkoušené zařízení

# 1 ÚVOD

Pro náležitý, „zdravý“ a udržitelný provoz elektrizační soustavy je při přenosu výkonu z centrálních zdrojů na decentralní (DER) nezbytný, a na principu spoluzodpovědnosti postavený, i přenos vlastností a chování, které jsou zásadní pro zachování funkce soustavy v jakémkoliv měřítku. Potřeba se týká nejen DER všech výkonových úrovní, ale i dalších technologií s režimem produkce elektřiny (souhrnně výroben), s přihlédnutím jak k významnosti (daná počtem zařízení) a dostupnosti, tak i ke specifikům místních distribučních soustav (DS), do kterých jsou připojovány. Požadavky nelegislativní povahy na odpovídající vlastnosti a chování DER jsou formulovány v podobě technických specifikací z úrovně evropských orgánů (Evropská Komise a CENELEC), s potřebou národní implementace respektující podmínky provozování národních přenosových a distribučních soustav.

Soubor požadavků na výrobní elektřiny (VE) se odvíjí zejména od Nařízení komise (EU) 2016/631, kterým se stanoví kodex sítě pro požadavky na připojení výrobních modulů (výroben) k elektrizační soustavě (NC RfG) [1]. Promítají se ale i další nařízení, které společně definují požadavky z úrovně provozu přenosové soustavy (PS), a které se dále promítají do pravidel aplikovaných na provoz distribuční soustavy (DS).

Na druhé straně byl zaveden soubor norem EN 50549-1 [3] a EN 50549-2 [4], které specifikují požadavky na výrobky v podobě komponent, zařízení, či výrobních jednotek (VJ), které tvoří výrobní moduly (VM) respektive výrobní paralelně připojené k distribučním soustavám. Obě části normy vymezují specifikaci zacílenou na výrobní moduly (VM) typu A a B při provozu na napěťové hladině nízkého napětí (nn) a vysokého napětí (vn) v souladu s jejich definicí v RfG. Záměrem série norem EN 50549 je doplnění požadavků nelegislativní tedy technické povahy na VM typu A a B, které nejsou aktuálně zásadním předmětem RfG (tj. z hlediska provozu přenosových propojených soustav), ale jsou zásadní pro řádný provoz DS nn a vn. Zkoušky pro ověření shody relevantních výrobků s [3] či [4] jsou specifikovány normou EN 50549-10 [5].

Národní implementace požadavků v PPDS P4 [2] potom sdružuje, v rámci lokalizace doplňuje a upřesňuje požadavky na vlastnosti a chování VE (resp. VM) z RfG a ze souboru norem EN 50549 pro jejich připojení k DS v ČR. V rámci PPDS P4 jsou stanoveny také požadavky na akumulární zařízení.

Nejen definice samotných požadavků je kritická pro zdravý provoz elektrizační soustavy. Nařízení RfG [1] definuje také nutnost sledování souladu instalovaných zařízení s požadavky, které jsou po konkrétním zařízení vyžadovány ze strany příslušného provozovatele soustavy (PřPS). Součástí sledování souladu je ve smyslu RfG jak ověření a posouzení souladu instalovaných zařízení před prvním vydáním provozního oznámení umožňující trvalý provoz (konečné provozní oznámení), tak i monitoring souladu po dobu provozu instalovaných zařízení.

Zatímco národní implementaci požadavků lze považovat za úspěšnou, zavedení procesů ověřování a prokazování souladu výroben není v ČR dokončeno.

## 1.1 Cíl

Cílem je identifikovat a vymezit technické možnosti ověřování souladu komponent, výrobních jednotek a výrobních modulů a jejich monitoring testováním a měřením v laboratorních i provozních podmínkách. Tyto metody a techniky představují nástroj pro potřebné fyzické ověřování souladu, ke kterým je ověřování numerickou simulací komplementární. Nedílnou součástí jsou zkušební postupy pro laboratorní a terénní zkoušky souladu.

## 1.2 Předmět

Podstatou technické zprávy je vymezení technických řešení zkoušek a příprava podkladů pro standardizaci připravovaných metodických postupů ověřování souladu a umožnit rozšíření dostupnosti subjektů poskytujících zkoušky souladu za definovaných podmínek. Technická zpráva specifikuje

metody a techniky pro ověřování souladu výrobních zařízení (komponent a jednotek) a výrobních modulů/výroben a jejich monitoring testováním a měřením v laboratorních a provozních podmínkách. Smyslem je začlenění těchto technik a metod do metodiky ověřování souladu. Vychází se z rozboru současného stavu techniky (testovací i výroben) s identifikací a vymezením perspektivních způsobů. Následně jsou definovány požadavky na vlastnosti a parametry jednotlivých testovacích technik (zkušebních systémů a postupů). Tato technická zpráva je nezbytnou součástí metodiky ověřování a prokazování souladu výroben [6]. Součástí zprávy jsou rovněž příkladové zkušební postupy pro ověřování souladu komponent, konkrétně střídačů pro výrobní moduly kategorií A1 a A2, a ověřování souladu výrobního modulu jako celku pro nesynchronní výrobní moduly kategorie B1 a B2.

### **1.3 Zdůvodnění inovace současného postupu**

Současné postupy prokazování souladu připojovaných výroben, které jsou akceptovány provozovateli distribučních soustav vykazují zásadní nedostatky. Z toho důvodu není pro vysoké procento provozovaných i připojovaných výroben zajištěn soulad s požadavky dané Pravidly provozování distribuční soustavy. Původ lze identifikovat v nepřipravenosti technických postupů pro ověřování souladu připojovaných zařízení při zavádění požadavků na jejich provoz.

### **1.4 Uplatnění**

Záměrem je připravit podklad pro přípravu metodik a jejich standardizaci pro ověřování souladu zařízení s požadavky dle nařízení RfG [1]. Uplatnění je směřováno zejména na:

- Podklad pro specifikaci a vývoj zařízení a systémů pro testování a monitoring souladu výroben/ výrobních modulů s požadavky NC RfG, PPDS P4 a připojovacích podmínek PDS. Cílovým uživatelem jsou technologické společnosti.
- Podklad pro specifikaci, vývoj a implementaci systémů a rozhraní do zařízení výroben, umožňující dané techniky ověřování/testování. Cílovým uživatelem jsou výrobci zařízení výroben.
- Metodické postupy při provádění zkoušek. Cílovým uživatelem jsou zkušebny a provozovatelé soustav.
- Podklad pro akreditaci příslušných postupů a zkoušek. Cílovým uživatelem jsou zkušebny.

## 2 DEFINICE POJMŮ

Následující definice vychází plně z Metodiky ověřování a prokazování souladu [6].

**Výrobní moduly (VM)** se dělí na synchronní výrobní moduly a nesynchronní výrobní moduly.

**Synchronní výrobní modul** označuje nedělitelný soubor zařízení, který je schopen vyrábět elektrickou energii tak, že frekvence vyrobeného napětí, rychlost generátoru a frekvence sítě jsou ve stálém poměru, a tedy v synchronismu. Definici synchronního VM splňují pouze moduly se synchronními rotačními generátory, které jsou přímo přifázovány k DS/PS.

**Nesynchronní výrobní modul** označuje výrobní jednotku nebo soubor výrobních jednotek, který je k soustavě připojen nesynchronně nebo prostřednictvím výkonové elektroniky a který je k přenosové soustavě, distribuční soustavě (včetně uzavřené distribuční soustavy a lokální distribuční soustavy) připojen v jediném místě připojení a současně není synchronním modulem. Definici prakticky splňují soubory asynchronních rotačních generátorů, nebo soubor střídačově připojených VJ.

**Výrobní jednotka (VJ)** je nejmenší nedělitelný soubor zařízení, který je schopný vyrábět elektrickou energii bez technologické závislosti na dalších zařízeních a dodávat ji do soustavy.

**Komponentu** lze definovat jako technologické zařízení (hardware i software), které je na trh dodáno jako samostatný produkt a je integrováno do VE/VM/VJ. Komponentu lze identifikovat zpravidla na základě (nikoli však výhradně) výrobního čísla. Komponenta má definované vlastnosti, parametry a veličiny dle jedinečné specifikace příslušného výrobního typu.

**Shodou** je vyjádřen fakt, že produkt splňuje požadavky deklarovaných norem (nebo požadavky průmyslu) převážně pro uvedení produktu na trh.

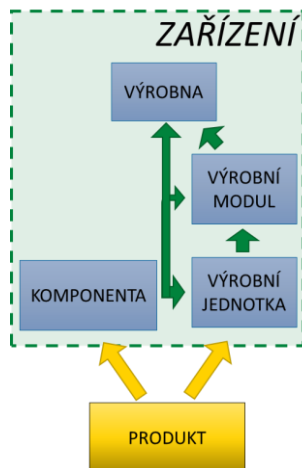
**Soulad** vyjadřuje, že zařízení (komponenta, výrobní jednotka nebo výrobní modul) ověřeně plní explicitně dané a konkrétní požadavky.

**Certifikátorem** se rozumí subjekt který vydává certifikáty souladu zařízení, certifikáty shody produktu a jehož akreditaci provádí vnitrostátní pobočka Evropské organizace pro spolupráci v oblasti akreditace (EA), zřízená podle nařízení Evropského parlamentu a Rady (ES) č. 765/2008 [8]. Vnitrostátní pobočkou pro ČR je Český institut pro akreditaci, o. p. s. (ČIA). Aby se subjekt mohl nazývat v kontextu tohoto dokumentu certifikátorem, musí disponovat příslušnou akreditací pro vydávání daného certifikátu shody produktu nebo certifikátu souladu zařízení.

### 3 KLASIFIKACE OVĚŘOVANÉ TECHNOLOGIE

Pro potřeby ověřování souladu je zavedeno dělení technologie dle jejího současného určení na:

- 1) produkt,
- 2) zařízení.



Obr. 1: Klasifikace technologie pro definici ověřování souladu

**Produkt** se rozumí výrobek, který byl dodán na trh. Produkt může být použit jako komponenta výroby elektřiny (VE), výrobního modulu (VM) nebo výrobní jednotky (VJ). Produkt samotný nelze považovat za komponentu a „zařízení“ (dle definice níže a Obr. 1) do okamžiku instalace do VM. Za produkt se považují hardwarové i softwarové technologie dodávané na trh.

Pojem **zařízení** není v RfG [1] explicitně definován, ale je použit pro mnoho termínů, které souvisí s technologií, která je použita pro zbudování výroby (VE), popř. výrobního modulu (VM). Je spojen i s dokumenty, které jsou pro potřeby udělení konečného provozního oprávnění (KPO) VM dokládány (certifikát zařízení, dokument výrobního modulu, instalační dokument). Zařízení je charakterizováno explicitním spojením s danou instalací v daném místě připojení a příslušnou konfigurací dle smlouvy o připojení.

Za zařízení lze považovat dle Obr. 1 jak samotné komponenty, tak i výrobní jednotky, výrobní modul i kompletní instalaci výroby.

Příklad 1. Terminál ochrany se považuje za produkt do okamžiku konfigurace dle požadavků provozovatele příslušné soustavy, které jsou uvedené ve smlouvě o připojení. Následně je možné jej považovat za komponentu zařízení pro ověření souladu zařízení.

#### 3.1 Certifikát shody produktu

Certifikát shody produktu, dále jen certifikát produktu (nebo CerP) je vydáván ve smyslu zákona č. 22/1997 Sb. [9] certifikátorem obvykle na základě typové zkoušky daného produktu. CerP prokazuje shodu produktu se zákonnými předpisy a aplikovatelnými normami. Pro případ ověřování souladu zařízení je aplikovatelná především shoda s normami ČSN EN 50549-1 [3] a ČSN EN 50549-2 [4] dle metodiky ověřování uvedené normou EN 50549-10 [5].

Pro použití CerP v procesu prokazování souladu zařízení je nutné, aby konfigurace daného zkoušeného produktu odpovídala současnému nastavení požadavků dle přílohy 4 Pravidel provozování distribuční soustavy [2] a aby metodika zkoušky shody odpovídala postupu akceptovanému provozovatelem příslušné soustavy.

CerP musí obsahovat nezaměnitelnou identifikaci zkoušeného produktu (typové označení, verze FW/SW, konfigurace), seznam provedených zkoušek, identifikaci příslušného certifikátora a identifikaci metodiky, na jejímž základě byla zkouška provedena. Součástí certifikátu musí být i ověření metody zajištění proti neoprávněné manipulaci (platí pro konfigurovatelná zařízení).

### **3.2 Certifikát souladu zařízení**

Certifikát souladu zařízení, dále jen certifikát zařízení (nebo CerZ) je vydáván dle RfG [1] certifikátorem jako doklad prokazující soulad zařízení (komponenty, souboru komponent, výrobní jednotky, výrobního modulu nebo kompletní výroby) s požadavky danými platnou smlouvou o připojení. CerZ není možné vydat před uzavřením smlouvy o připojení.

CerZ musí obsahovat nezaměnitelnou identifikaci daného zkoušeného zařízení: typové označení, (v případě souboru komponent a výrobní jednotky všechna typová označení a jejich vzájemná topologie), verze FW/SW, konfigurace zařízení, seznam provedených zkoušek, identifikaci příslušného certifikátora a identifikaci metodiky, na jejímž základě byla zkouška provedena. Součástí certifikátu musí být i ověření metody zajištění proti neoprávněné manipulaci (platí pro konfigurovatelná zařízení).

Pokud je dané zařízení se shodnou konfigurací, typovým označením, verzí FW/SW využito v jiné instalaci než původní ověřované zařízení, je možné tento certifikát přenést a použít pro doložení souladu i obdobných instalacích.

## 4 METODY ZKOUŠEK SOULADU

RfG [1] definuje dva základní přístupy pro ověření souladu. Těmi jsou:

- 1) zkoušky souladu (ZS),
- 2) simulace souladu (SS).

Dle rozboru uvedeného v Metodice [6] by měly být simulace souladu (SS) využity pouze v případě, že není z technologického důvodu možné nebo z ekonomického důvodu vhodné provést zkoušku souladu (SS). Využití SS se předpokládá pro ověření zpětných vlivů připojované výrobní na distribuční nebo přenosovou soustavu. Mezi další případy, pro které je vhodné využít SS, se řadí simulace odezvy výrobní na poruchové stavy (požadavek na překlenutí poruchy, podpora zkratovým proudem) v případě, že není možné využít některou z metod zkoušek souladu uvedených níže. Použitelnost simulace souladu je podmíněna využitím verifikovaných numerických modelů zkoušených zařízení dle Metodiky [6].

Zkoušky souladu musí být vždy výchozí metodou ověření souladu zařízení. Metody zkoušek souladu (ZS) lze rozdělit na metody:

- A) bez výkonového buzení
  - 1) se signálovým buzením (*signal excitation*, SE),
  - 2) se signálovým řízením (*signal control*, SC);
- B) se simulovaným výkonovým buzením;
- C) s přirozeným výkonovým buzením
  - 1) bez simulovaného signálového řízení/buzení,
  - 2) se signálovým buzením (*signal excitation*, SE),
  - 3) se signálovým řízením (*signal control*, SC).

Signálovým buzením (SE) se rozumí simulované buzení zařízení analogovými signály simulujícími měřený průběh okamžité hodnoty napětí a proudu.

Signálovým řízením (SC) se rozumí řízení zkoušeného zařízení binárními vstupy nebo s využitím komunikační sběrnice.

### 4.1 Zkouška souladu bez výkonového buzení

Zkoušky bez výkonového buzení lze využít pro řídicí komponenty, které neobsahují výkonovou část nebo se při zkoušce výkonová část nepoužije (běžně terminály ochrany, řídicí jednotky výrobní, komunikační moduly, měřicí a jistící transformátory). Princip zkoušky bez výkonového buzení je znázorněn na Obr. 2a.

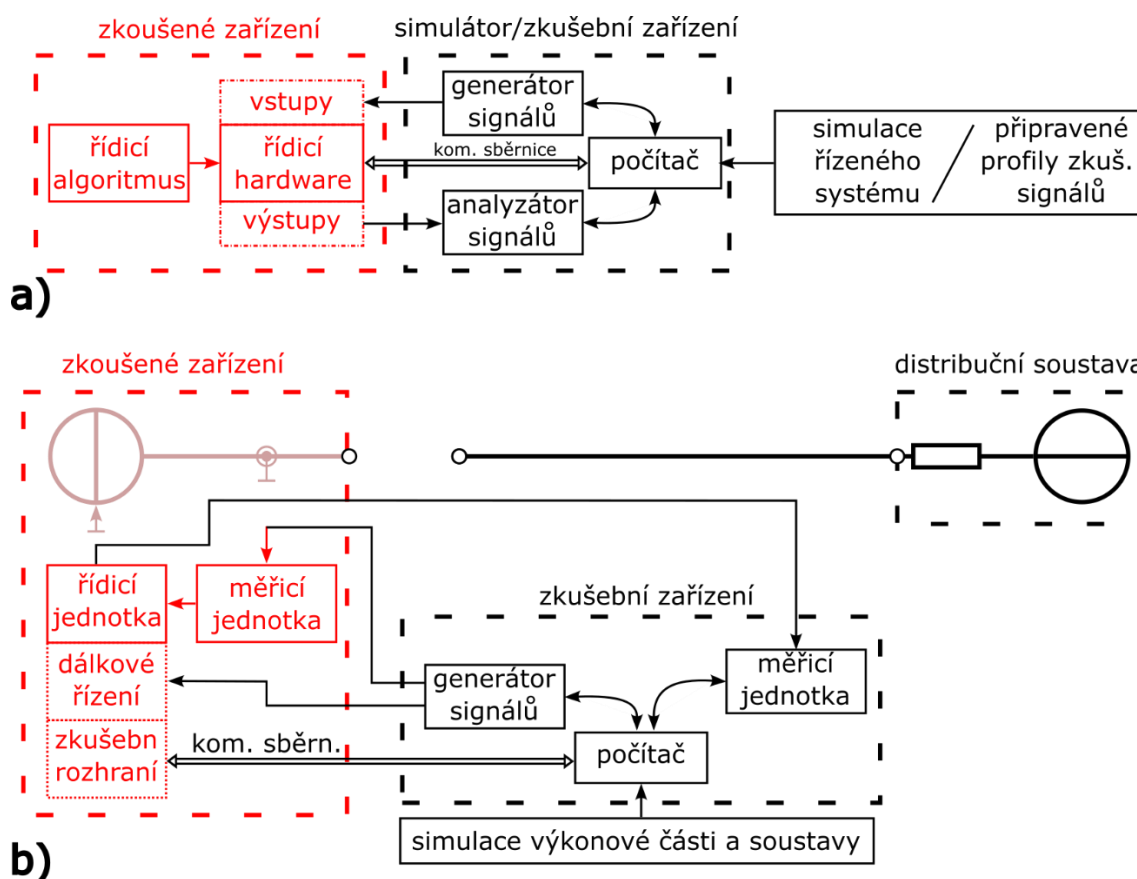
Zkušební sestava se skládá ze zkoušeného zařízení s definovaným vstupním a výstupním rozhraním a ze zkušebního zařízení. Zkoušené zařízení musí být plně konfigurováno dle specifikovaných parametrů pro požadavky, jejichž plnění má zkoušené zařízení zajišťovat a tato konfigurace musí být zároveň shodná s konfigurací použitou v instalaci výrobní. Zkušební zařízení je složeno z:

- generátoru signálu, který zajišťuje generování budících signálů (simulace připojených zařízení pro měření napětí a proudu analogovými vstupy) a řídicích signálů (simulace binárního řízení digitálními vstupy),

- analyzátoru signálu, který zajišťuje analýzu výstupních řízených vstupů na základě odezvy zkoušeného zařízení na budící/řídící signály dodané generátorem signálů, popř. počítačem přes komunikační sběrnici,
- počítače, který řídí zkoušku souladu na základě předem připravených profilů zkušebních signálů nebo na základě simulace běžící v reálném čase. Úkolem počítače je vyhodnocovat odezvu daného zařízení.

Standardním postupem je zkouška souladu na základě předem připravených zkušebních profilů budících signálů (např. napětí, frekvence) a řídicích signálů (např. simulace binárních dispečerských povelů). Pokročilejší zkouška souladu může využít numerickou simulaci zbylé topologie výroby (popř. i příslušné soustavy) pro ověření realistického vlivu odezvy zařízení při použití v dané instalaci a v dané části příslušné soustavy. Realističnost simulace je závislá na stupni podrobnosti a verifikaci použitých numerických modelů.

Zkoušku zařízení bez výkonových komponent je možné využít jak v laboratoři, tak v terénu. Obr. 2b znázorňuje možnost zkoušky řídicích komponent s odpojenou výkonovou částí. Komplexní zkouška řídicí části bez výkonové části je předmětem pokračujícího vývoje, ale může umožnit ověření souladu zařízení se všemi požadavky (v případě nedostupnosti zkušební infrastruktury z důvodu instalovaného výkonu výroby nebo z důvodu její komplexnosti a nutnosti provést zkoušku v terénu), pokud bude zajištěna dostupnost verifikovaných numerických modelů výkonové části výroby.



Obr. 2: Zkouška bez výkonových komponent, a) princip, b) možnost provedení v terénu

#### 4.1.1 Použití

Zkoušky bez výkonových komponent se simulovaným buzením/řízením jsou využitelné pro:



- zkoušky statické podpory v případě, že jsou zajišťovány externí řídicí jednotkou oddělenou od výkonové komponenty (není ověřeno skutečné zajištění výkonovou komponentou a dynamika odezvy na řízení),
- zkoušky požadavků na ochrany obecně dle zavedených postupů,
- zkoušky funkčnosti komunikace a místního/dálkového řízení (není ověřena skutečná celková odezva výrobního zařízení/modulu na daný povel),
- zajištění proti manipulaci.

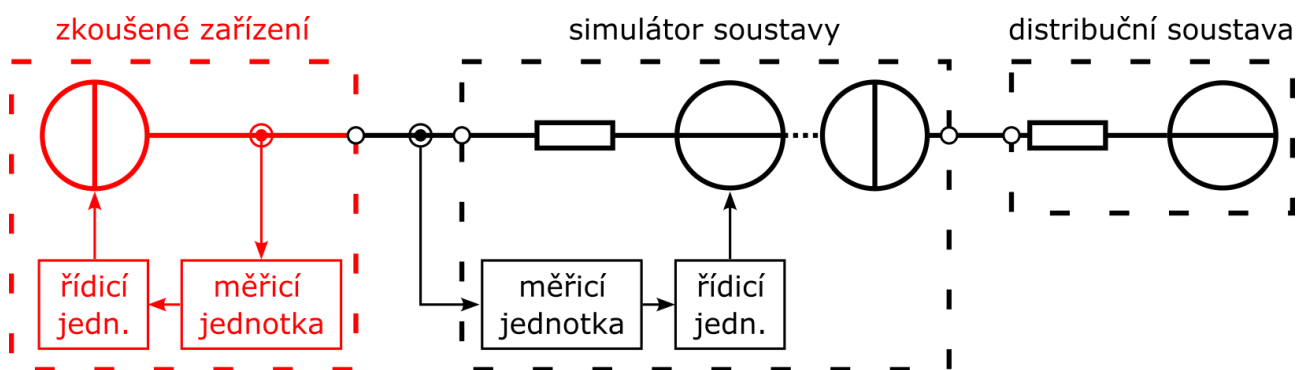
Není možné ověřit odolnost zařízení na události a stavy příslušné soustavy a v současné době ani odezvu požadavků na dynamickou podporu a dynamickou odezvu (např. podpora zkratovým proudem, požadavek na překlenutí poruchy, odezvu na řízení činného a jalového výkonu), protože závisí na konstrukci a parametrech výkonové komponenty. V současné době jsou zkoušky dynamické podpory a dynamické odezvy součástí pokračujícího vývoje, který zahrnuje možnost využití verifikovaných numerických modelů pro zhodnocení realistické odezvy bez nutnosti fyzické zkoušky výkonové části výrobního modulu.

## 4.2 Zkoušky se simulovaným výkonovým buzením

Zkouška se simulovaným výkonovým buzením je nejkompexnější možností ověření souladu zkoušeného zařízení s výhodou zkoušek zařízení včetně výkonové komponenty. Zkušební sestava sestává dle Obr. 3 ze zkoušeného zařízení, které je připojeno na simulátor soustavy, což zajišťuje plné oddělení zkoušeného zařízení od distribuční soustavy.

Výhodou použití simulátoru soustavy je zmíněné oddělení, tedy možnost upravit pro potřeby zkoušky napětí i frekvenci v místě připojení zkoušené výkonové komponenty. Změnou napětí a frekvence dle předem připravených profilů lze provést zkoušku odezvy zařízení na jakýkoliv stav příslušné soustavy a ověřit soulad s libovolným požadavkem. Omezením se stává dostupný výkon samotného simulátoru, popř. dostupnost výkonu nebo paliva pro napájení zkoušeného zařízení. Součástí simulátoru je i měřicí a řídicí jednotka, která umožňuje nastavení příslušných zkušebních profilů a analýzu odezvy zkoušeného zařízení. Pokročilejší a komplexnější možností simulace je numerická replika části soustavy příslušné k místu připojení zkoušeného zařízení a evaluace vzájemných vlivů zařízení na příslušnou soustavu. Využitelnost numerické repliky příslušné soustavy závisí na dostupnosti a komplexnosti jejího modelu a na výpočetním výkonu řídicí jednotky simulátoru soustavy.

Zkoušené zařízení může být pro účely zkoušky napájené z provozního napájení (např. zemní plyn, fotovoltaické panely) nebo může být využito napájení pomocí náhradních zdrojů, pokud je to možné (např. simulátor fotovoltaických panelů). Konfigurace zkoušeného zařízení musí být shodná s konfigurací použitou v instalaci. Konfigurace musí být uvedena v CerP/CerZ.



Obr. 3: Princip zkoušky se simulovaným výkonovým buzením

Výhody zkoušky se simulovaným výkonovým buzením je možnost komplexního zhodnocení odezvy zkoušeného zařízení na téměř libovolné stavy a události. Nevýhodou je ekonomická náročnost zřízení

laboratoře pro vybavení simulátorem soustavy s dostatečnou výkonovou kapacitou a měřicími zařízeními. Možnou limitací je také nutnost odborné obsluhy zkušebního zařízení.

#### 4.2.1 Použití

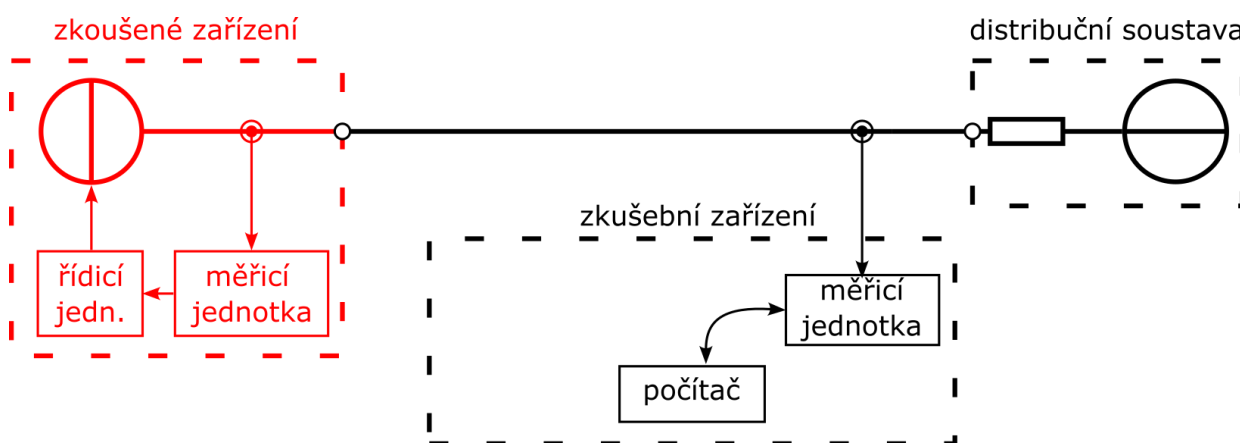
Zkoušky se simulovaným buzením jsou využitelné pro ověření následujících skupin požadavků (v závislosti na výbavě zkoušeného zařízení), tedy:

- provozní rozsahy,
- provozní režimy,
- statická podpora,
- dynamická podpora,
- dynamická odezva na externí řízení činného a jalového výkonu,
- ochrany,
- odolnost,
- zajištění proti manipulaci,
- komunikace a místní/dálkové řízení.

#### 4.3 Zkoušky s přirozeným výkonovým buzením

Alternativní metodou zkoušky se simulovaným výkonovým buzením je zkouška s přirozeným výkonovým buzením. Přirozené výkonové buzení je zajištěno přímým spojením zkoušeného zařízení s místem připojení dle smlouvy o připojení. Důležitým požadavkem na zkoušené zařízení, kterým může být jen výrobní modul nebo výrobní nebo je jeho komponentou, je kompletní instalace dle projektové dokumentace.

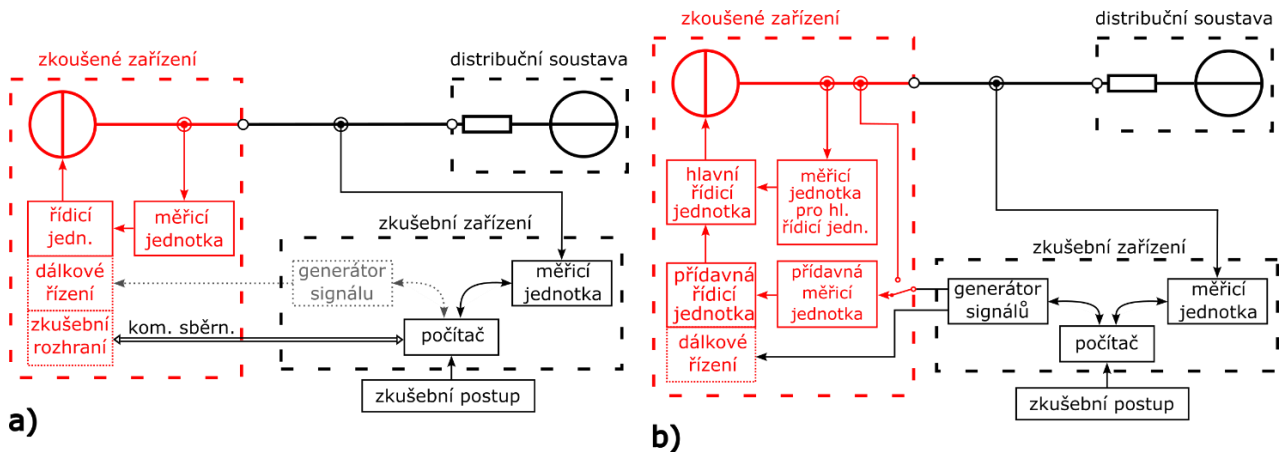
V případě, že není využito žádných možností simulovaného signálového řízení/buzení, lze uvažovat pouze o kontinuálním monitoringu souladu a analýze odezvy na reálné provozní stavy a události napájecí (distribuční) soustavy dle Obr. 4. Ve většině případů není vhodné upravit úroveň napětí v místě připojení a není možné upravit frekvenci v místě připojení k příslušné soustavě.



Obr. 4: Princip zkoušky s přirozeným výkonovým buzením bez signálové excitace/buzení

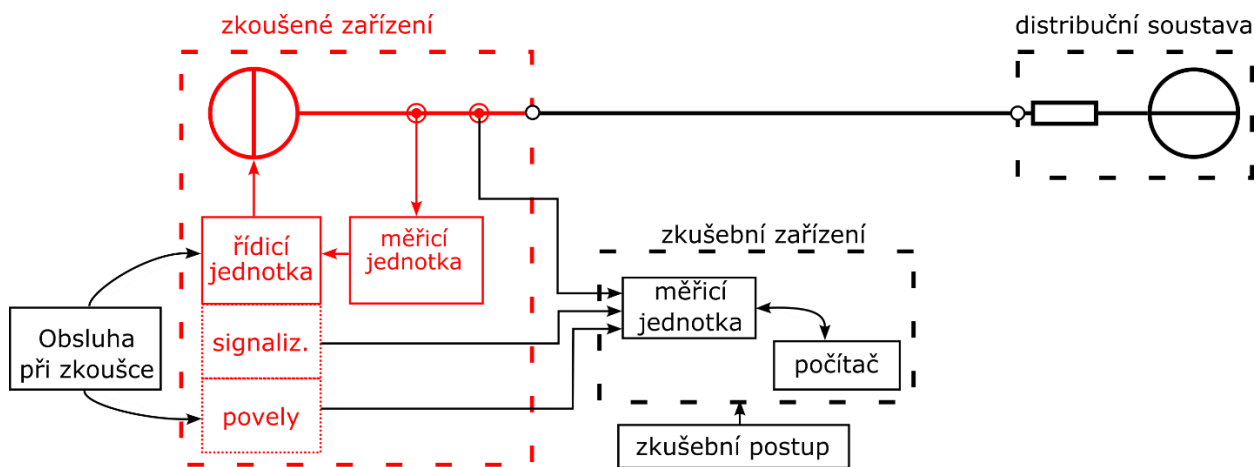
Pokud je využito signálového buzení nebo řízení, je možné provést zkoušku dle principů uvedených na Obr. 5. Zkoušené zařízení (VE, VM, VJ nebo komponenta) pracuje s odezvou na simulované signály buzení/řízení generované zkušebním zařízením. Využitelnost tohoto typu zkoušky je závislé na výbavě zkoušeného zařízení.

V případě, který je uvedený na Obr. 5a, disponuje zkoušené zařízení (např. výrobní modul) pouze jednou řídicí a měřicí jednotkou, která zajišťuje plnění souladu se všemi požadavky. Typicky se může jednat o výrobní modul složený pouze z jediného střídače napájeného fotovoltaickými panely. V takovém případě není možné použít signálové buzení (simulovanými signály napětí a proudu), ale pouze signálové řízení. Signálové řízení je možné využít ve formě simulace binárních signálů pro logické rozhraní (pokud jimi zkoušené zařízení disponuje) pro zkoušku odezvy na dané stavy (např. dálkové řízení činného a jalového výkonu). Pokud výroba disponuje komunikačním rozhraním se zkušební přístupem k registrům zajišťujícím řídicí referenční hodnoty napětí a frekvence, lze provést zkoušku zahrnující ověření odezvy požadavků na změny napětí a frekvence. Dané zkušební rozhraní musí být zabezpečeno proti neoprávněné manipulaci, stejně jako konfigurace.



Obr. 5: Princip zkoušky s přirozeným výkonovým buzením, a) bez oddělené jednotky zajišťující synchronizaci, b) s oddělenou jednotkou zajišťující synchronizaci

V případě, který je uvedený na Obr. 5b, disponuje zkoušené zařízení hlavní řídicí a měřicí jednotkou pro zajištění synchronizace a příp. požadavků na dynamickou odezvu a dále přídavnou řídicí a měřicí jednotkou, která zajišťuje plnění požadavků na statickou podporu a dálkovou/místní říditelnost výroby. Typickým příkladem mohou být výroby složené z více střídačů, kde přídavná řídicí jednotka zajišťuje řízení střídačů na základě měření v místě připojení. V takovém případě je, mimo zkoušky dle předchozího odstavce, možné využít generátoru budících signálů a zařadit do zkušebního řetězce i měřicí jednotku pro danou řídicí jednotku.



Obr. 6: Princip zkoušky s přirozeným výkonovým buzením a manuálním signálovým řízením

V případě terénních zkoušek je možné využít manuálního simulovaného signálového řízení dle Obr. 6. Při terénní zkoušce vykonává obsluha řízení výrobní pomocí přímého zadávání referenčních hodnot do řídicího systému výrobní nebo pomocí dostupného logického rozhraní. Na základě definovaného zkušební postupu je možné také ověřit požadavky uvedené níže v kap. 4.3.1.

Zkoušky s přirozenou výkonovou odezvou jsou méně ekonomicky náročnou alternativou ke zkouškám se simulovaným výkonovým buzením (především pro výrobní s instalovaným výkonem > 100 kW), ale umožňují v současné době menší rozsah možných zkoušek.

Zkoušené zařízení může být pro účely zkoušky napájené z provozního napájení (např. zemní plyn, fotovoltaické panely) nebo může být využito napájení pomocí náhradních zdrojů, pokud je to možné (např. simulátor fotovoltaických panelů). Konfigurace zkoušeného zařízení musí být shodná s konfigurací použitou v instalaci. Konfigurace musí být uvedena v CerP/CerZ.

### **4.3.1 Použití**

Zkoušky se simulovaným signálovým buzením/řízením jsou využitelné pro ověření následujících skupin požadavků (v závislosti na výbavě zkoušeného zařízení), tedy:

- provozní režimy,
- statická podpora,
- dynamická odezva na externí řízení činného a jalového výkonu,
- ochrany,
- zajištění proti manipulaci,
- komunikace a místní/dálkové řízení.

Zkoušky dynamické podpory, zkoušky provozních rozsahů a odolnosti jsou závislé na konstrukci a parametrech výkonové části výrobního modulu a na jeho interakci s připojenou distribuční soustavou. V současné době není možné soulad s těmito požadavky ověřovat zkouškou se simulovaným výkonovým řízením/buzením. Pro ověření souladu s těmito požadavky by byla nutná změna stavových parametrů soustavy (napětí, frekvence).

## **4.4 Zkoušky souladu dle místa provedení**

Zkoušky souladu lze na základě místa provedení rozdělit na zkoušky:

- 1) laboratorní,
- 2) terénní.

### **4.4.1 Laboratorní zkoušky souladu**

Pro laboratorní zkoušky souladu jsou vhodné zkoušky bez výkonových komponent dle kap. 4.1 a zkoušky se simulovaným výkonovým buzením dle kap. 4.2. Laboratorní zkoušky umožňují ověřit zkoušená zařízení (jednotlivé komponenty (tj. střídač, ext. řídicí jednotka nebo ochrana), jejich kombinaci (např. střídač s ext. řídicí jednotkou), až případně výrobní jednotky (např. kogenerační jednotka se synchronním generátorem) za definovaných podmínek a zajistit opakovatelnost zkušebních postupů.

Příklad zkušební postupu a seznam ověřovaných požadavků pro ověření souladu střídačů instalovaných ve výrobních modulech kat. A1 a A2 je uveden v příloze I.

### **4.4.2 Zkoušky souladu v terénu**

Terénní zkoušky souladu jsou vhodné, pokud není možné soulad s daným požadavkem ověřit v laboratoři, případně se jedná o opětovné nebo dodatečné ověření souladu v rámci monitoringu souladu po

vydání konečného provozního oprávnění dle Metodiky [6]. Důvod využití terénní zkoušky je závislost daného požadavku na vzájemné interakci více komponent dle aktuálního stavu konkrétní instalace výrobního modulu, nebo také nedostupnost simulátoru soustavy o dostatečné výkonové kapacitě.

Příklad zkušební postupu a seznam ověřovaných požadavků pro terénní ověření výrobního modulu (výrobní) kat. B1 a B2 je uveden v příloze II.

## 4.5 Požadavky na měřicí soustavu

Měřicí soustava, která je používána pro záznam měřených veličin v rámci ověření vlastností zkoušeného zařízení, sestává ze zařízení odpovědných za:

- úpravu signálu pro další zpracování (např. filtrace, úprava napěťové nebo proudové úrovně převodníky),
- sběr dat (např. A/D převodník),
- zpracování a uložení dat.

Elektrické parametry (napětí a proud) jsou měřené přímo, popř. s využitím externích napěťových a proudových převodníků. Dále může být v některých případech vyžadován záznam dodatečných interních nebo externích parametrů výrobního modulu (otáčky, rychlost větru, míra osvětlenosti fotovoltaických panelů, stav nabití akumulátoru, atp.). Veškerá data musí být zpracována a zaznamenána s příslušnou časovou značkou.

Požadovaná maximální nejistota měření a minimální vzorkovací frekvence kladená na měřicí přístroje (vyjma externích napěťových a proudových převodníků pro snímání primárních signálů na úrovni vn a vyšší) je uvedena v normě EN 50549-10 [5]. Externí napěťové a proudové převodníky pro měření v soustavě vn a vyšší musí plnit parametry udané alespoň pro třídu přesnosti 0,5 dle norem ČSN EN 61869-2 [11] platné pro přístrojové transformátory proudu a ČSN EN 61869-3 [12] platné pro přístrojové transformátory napětí. Měřicí systém pro zkoušky souladu musí mít platnou kalibraci provedenou akreditovanou kalibrační laboratoří.

Tab. 1 udává maximální přípustné hodnoty nejistoty měřicího přístroje pro ověření souladu s měřením primárních signálů na úrovni nn (vyjma externích napěťových a proudových převodníků pro měření v soustavě vn a vyšší). Udané maximální přípustné nejistoty měření nejsou vyžadované pro interní měření simulátoru soustavy využitého pro zkoušky souladu se simulovaným výkonovým buzením. Jsou závazné pouze pro měřicí systém využitý pro hodnocení souladu.

Při nedodržení maximálních přípustných nejistot dle Tab. 1 nebo při použití systému bez platné kalibrace akreditovanou kalibrační laboratoří se může jednat pouze o indikativní hodnocení souladu (platné zejména pro kontinuální analýzu souladu v rámci monitoringu souladu dle Metodiky [6]), případný nesoulad je nutné potvrdit s využitím měřicího systému s maximálními přípustnými hodnotami nejistot měření dle Tab. 1.

Tab. 1. Požadované maximální nejistoty ověřovacího měřicího systému zkoušek souladu

Veličina	Ústalený stav		Přechodné děje	
	Maximální nejistota měření <sup>3)</sup>	Měřicí interval <sup>4)</sup>	Maximální nejistota měření <sup>3)</sup>	Měřicí interval <sup>4)</sup>
Napětí <sup>1)</sup>	0,5 % $U_n$	10 per.	1 % $U_n$	1/2 per.
Proud <sup>1)</sup>	0,5 % $I_n$	10 per.	1 % $I_n$	1/2 per.
Činný výkon <sup>2)</sup>	1,5 % $S_n$	10 per.	3 % $S_n$	1/2 per.
Jalový výkon <sup>2)</sup>	1,5 % $S_n$	10 per.	3 % $S_n$	1/2 per.
Frekvence	$\pm 10$ mHz	50 per.	$\pm 50$ mHz	1/2 per.

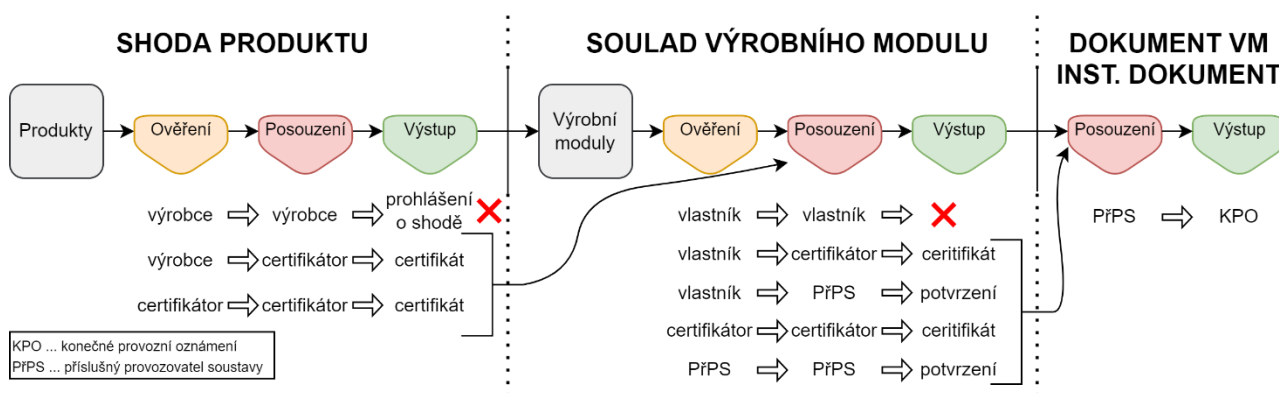
<sup>1)</sup> Efektivní hodnota (1. harmonické).

<sup>2)</sup> Hodnota 1. harmonické.

- 3) Maximální přípustná nejistota měření je určena dle normy ČSN ISO 21748 [13] pro koeficient  $k=2$ . Maximální přípustné nejistoty jsou udané jako procentní podíl určený z příslušných jmenovitých hodnot měřeného zařízení.
- 4) V periodách systémové frekvence.

## 5 VARIANTY POSTUPU OVĚŘENÍ SOULADU ZAŘÍZENÍ

Popis této kapitoly je doplněním Metodiky [10], která uvádí varianty odpovědnosti jednotlivých zainteresovaných stran za ověření a posouzení souladu.



Obr. 7: Varianty odpovědnosti za součásti procesu ověření a posouzení souladu, převzato z [6]

Vlastník výrobního modulu (VM), popř. subjekt který je za vlastníka považován dle Metodiky [6] je odpovědný za prokázání souladu výrobního modulu doložením dokumentu výrobního modulu, popř. instalačního dokumentu (pro VM kat. A1, A2).

Součástí dokumentu VM a instalačního dokumentu jsou doklady potvrzující soulad instalovaného zařízení (výrobního modulu) s požadavky dle smlouvy o připojení. Soulad VM může být dle Obr. 7 ověřen buď samotným vlastníkem VM, certifikátorem nebo příslušným provozovatelem soustavy (nebo jím určeným subjektem). Využitím služeb certifikátora je umožněno vydání certifikátu prokazující soulad zařízení (komponenty, souboru komponent, výrobní jednotky i výrobního modulu) a jejich přímé přiložení k dokumentu výrobního modulu. Možnost přímého přiložení vydaných certifikátů souladu zařízení je možná až po podpisu smlouvy o připojení, která finálně stanovuje specifikaci všech požadavků, které jsou na výrobní modul kladeny. Podrobné možnosti využití certifikátů zařízení popisuje Metodika [6].

Protože jsou některé požadavky dle přílohy 4 Pravidel provozování distribuční soustavy [2] standardizované pro jednotlivé kategorie, mohou výrobci (nebo subjekty, které se za výrobce považují dle [8] a Metodiky [6]) využít služby certifikátora při uvedení výrobku na trh. Pokud je certifikátor akreditovaný dle schválené metodiky zkoušek souladu, a pokud je zařízení ověřeno s požadavky specifikovanými v Příloze 4 Pravidel provozování distribuční soustavy [2], je možné takové certifikáty shody produktu přiložit k dokumentu VM, popř. k instalačnímu dokumentu.

Použitím certifikátů, především certifikátů shody produktů vydaných certifikátorem na požadavek výrobce nebo dodavatele produktu dle [7] při uvádění produktu na trh, je možné:

- usnadnit použití produktů uváděných na trh,
- zrychlení procesu prokázání souladu výrobního modulu,
- zvýšit důvěru v použití již ověřeného produktu s dostupným věrohodným certifikátem.

## 6 REFERENCE

- [1] 631/2016/EU Requirements for generators, kterým se stanoví kodex sítě pro požadavky na připojení výroben k elektrizační soustavě. Evropská unie, dostupné z: [https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=OJ:JOL\\_2016\\_112\\_R\\_0001](https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=OJ:JOL_2016_112_R_0001)
- [2] *PPDS: příloha 4, PRAVIDLA PRO PARALELNÍ PROVOZ VÝROBEN A AKUMULAČNÍCH ZAŘÍZENÍ SE SÍTÍ PROVOZOVATELE DISTRIBUČNÍ SOUSTAVY*. Energetický regulační úřad, 2022. Dostupné z: <https://www.cezdistribuce.cz/cs/energeticka-legislativa/pravidla-provozovani-ds/pravidla-provozovani-distribucni-soustavy-2022>
- [3] ČSN EN 50549-1. Požadavky na paralelně připojené výrobní s distribučními sítěmi – Část 2: Připojení k distribuční síti nízkého napětí – Výrobní do typu B a včetně. 2019.
- [4] ČSN EN 50549-2. Požadavky na paralelně připojené výrobní s distribučními sítěmi – Část 2: Připojení k distribuční síti vysokého napětí – Výrobní do typu B a včetně. 2019.
- [5] EN 50549-10: Requirements for generating plants to be connected in parallel with distribution networks — Part 10: Tests demonstrating compliance of units
- [6] DRÁPELA, J.; DVOŘÁČEK, J.; MORÁVEK, J.; VOJTEK, M.; PTÁČEK, M.; TOMAN, P.; MANHALTER, M.; ONDEREK, A.; ŠTÍCHA, P.; KRATOCHVÍL, P.; HRUŠKA, T.: TK04010060-V1; *Metodika ověřování a prokazování souladu výroben s požadavky*. Ministerstvo průmyslu a obchodu, Na Františku 32, 110 15 Praha 1 – Staré Město, odbor elektroenergetiky a teplotnictví MPO ČR.. URL: <https://www.mpo.cz/cz/energetika/vyzkum-a-vyvoj-v-energetice/resene-dokoncene-projekty-a-jejich-vystupy/projekty-podporene-v-ramci-4-verejne-souteze-programu-theta/implementace-certifikacnich-procesu-pro-zajisteni-integrace-rozptylenych-zdroju-v-souladu-s-pozadavk--271745/>. (metodika schválená)
- [7] Nařízení Evropského parlamentu a Rady (ES) č. 765/2008/ES, kterým se stanoví požadavky na akreditaci a dozor nad trhem týkající se uvádění výrobků na trh. Evropská unie, 2008. Dostupný z: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/cs/TXT/?uri=CELEX:32008R0765>
- [8] *Nařízení Evropského parlamentu a Rady (ES) č. 768/2008/ES, o společném rámci pro uvádění výrobků na trh*. Evropská unie, 2008. Dostupné z: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/CS/TXT/?uri=celex%3A32008D0768>
- [9] Zákon 22/1997 Sb., Zákon o technických požadavcích na výrobky a o změně a doplnění některých zákonů – znění od 1. 1. 2021. Dostupný z: <https://www.zakonyprolidi.cz/cs/1997-22>
- [10] DRÁPELA, J.; DVOŘÁČEK, J.; MORÁVEK, J.; VOJTEK, M.; PTÁČEK, M.; TOMAN, P.; MANHALTER, M.; ONDEREK, A.; ŠTÍCHA, P.; KRATOCHVÍL, P.; HRUŠKA, T.: TK04010060-V2; *Testovací metody a techniky pro ověřování souladu výrobních zařízení a výroben a jejich monitoring*. Vysoké učení technické v Brně, 2023. Dostupnost z: <https://www.vut.cz/vav/projekty/detail/33236>.
- [11] ČSN EN 61869-2: Přístrojové transformátory - Část 2: Dodatečné požadavky na transformátory proudu. 2013.
- [12] ČSN EN 61869-3: Přístrojové transformátory - Část 3: Dodatečné požadavky na transformátory napětí. 2012.
- [13] ČSN ISO 21748: Návod pro použití odhadů opakovatelnosti, reprodukovatelnosti a pravdivosti při odhadování nejistoty měření. 2012.



**PŘÍLOHA I**

**ZKUŠEBNÍ POSTUP**  
**OVĚŘENÍ SOULADU**  
**STRÍDAČŮ**  
**S POŽADAVKY PPDS: P4**  
**NA NESYNCHRONNÍ VÝROBNÍ MODULY**  
**KATEGORIE A1 A A2**

Zkušební postup  
Číslo: VUT/18320/RESLAB/ZP-ZS(A)/0923  
Verze: 1.0  
Datum: 10.9.2023  
Stran: 81

## Normativní a nenormativní odkazy

- [1] RfG. European Commission, COMMISSION REGULATION (EU) 2016/631 of 14 April 2016 establishing a network code on requirements for grid connection of generators. [Online]. Available: [https://www.entsoe.eu/network\\_codes/rfg/](https://www.entsoe.eu/network_codes/rfg/)
- [2] PPDS: P4 2022. Pravidla provozování distribučních soustav. Příloha 4: Pravidla pro provoz výroben a akumulčních zařízení se sítí provozovatele distribuční soustavy, 2022
- [3] EN 50549-1:2019. 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
- [4] EN 50549-2:2019. Requirements for generating plants to be connected in parallel with distribution networks - Part 2: Connection to a MV distribution network - Generating plants up to and including Type B
- [5] EN 50549-10:2022. Requirements for generating plants to be connected in parallel with distribution networks Part 10. Tests for conformity assessment of generating units

## Určení

Zkušební postup je určen pro ověření souladu s požadavky:

- RfG [1] v národní specifikaci dle PPDS: P4 [2] a přípojovacích podmínek příslušných provozovatelů distribučních soustav (PDS) ČR,

které se vztahují na:

- nesynchronní výrobní moduly kategorie A1 [2],
- nesynchronní výrobní moduly kategorie A2 [2],

a jsou relevantní pro komponenty:

- fotovoltaické síťové střídače,
- hybridní měniče ve výrobním režimu,
- měniče bateriových akumulčních systémů ve výrobním režimu,
- 1f, 2f, nebo 3f zařízení.
- s připojením do sítě nízkého napětí.

Zkušební postup pro ověření souladu vychází z EN 50549-10 [5].

## Přehled zkoušek a souvisejících požadavků

Přehled požadavků PPDS: P4 [2] na nesynchronní výrobní moduly kategorie A1 a A2 relevantní pro specifikované komponenty a odpovídajících zkoušek je v Tab. 2. Zkušební postupy pro ověření souladu vychází z EN 50549-10 [5].

Tab. 2. Přehled relevantních požadavků na výrobní moduly kategorie A1 a A2

Zkoušky			Požadavky		Hodnocení	
Dle PPDS: P4			PPDS: P4	EN 50549-1		
Číslo	Název	Kat. VM			EN 50549-10	EN 50549-1
1	Maximální dávka činného výkonu	A1 A2	5.5 Výkonová specifikace a odezva na změny napětí 5.5.1.3 Ověřovací procedura pro určení výkonových schopností (činný, jalový, zdánlivý výkon) při nominálním napětí	2. Rozsah platnosti	-	Vyhověl/ Nevyhověl
2	Schopnost provozu v rámci normálního provozního rozsahu frekvence	A1 A2	5.2 Normální provozní rozsah 5.2.1. Provozní rozsah frekvence	9.1 Normální provozní podmínky 9.1.1 Provozní frekvenční rozsah výroben v sítích nn, vn a 110 kV	4.4 Normální provozní rozsah 4.4.2 Provozní rozsah frekvence	Vyhověl/ Nevyhověl
3	Dovolené snížení výkonu při klesající frekvenci	A1 A2	5.2 Normální provozní rozsah 5.2.1. Provozní rozsah frekvence	9.3 Přizpůsobení činného výkonu 9.3.2 Přípustné snížení činného výkonu při podfrekvenci	4.4 Normální provozní rozsah 4.4.3 minimální požadavky na dávku činného výkonu při nadfrekvenci	Vyhověl/ Nevyhověl
4	Schopnost provozu v rámci normálního provozního rozsahu napětí	A1 A2	5.2 Normální provozní rozsah 5.2.2 Provozní rozsah napětí	9.1 Normální provozní podmínky 9.1.2 Rozsah trvalého provozního napětí 9.1.2.1 Výrobní elektřiny připojená do nn	4.4 Normální provozní rozsah 4.4.4 Trvalý provozní rozsah napětí	Vyhověl/ Nevyhověl
5	Výkonová specifikace střídače	A1 A2	5.5 Výkonová specifikace a odezva na změny napětí 5.5.1.3 Ověřovací procedura pro určení výkonových schopností (činný, jalový, zdánlivý výkon) při nominálním napětí 5.5.1.6 Ověřovací procedura pro schopnost dodávky jalového výkonu s uvažováním rozsahu napětí	9.2 Zásady podpory sítě 9.2.1 Statické řízení napětí 9.2.1.1 Podpora napětí pomocí jalového výkonu zdrojů v síti nn	4.7 Odezva výkonu na změny napětí 4.7.2 Podpora napětí jalovým výkonem 4.7.2.2 Schopnosti	Vyhověl/ Nevyhověl
6	Odolnost vůči rychlým změnám frekvence	A1 A2	5.3 Odolnost vůči poruchám 5.3.1 Odolnost vůči rychlým změnám frekvence (ROCOF)	9.1 Normální provozní podmínky 9.1.1 Provozní frekvenční rozsah výroben v sítích nn, vn a 110 kV	4.5 Odolnost vůči poruchám 4.5.2 Odolnost vůči rychlým změnám frekvence (ROCOF)	Vyhověl/ Nevyhověl

Zkoušky			Požadavky			Hodnocení
Dle PPDS: P4			EN 50549-10	PPDS: P4	EN 50549-1	
Číslo	Název	Kat. VM				
7	Překlenutí krátkodobého poklesu napětí - UVRT	A1 A2	5.3 Odolnost vůči poruchám 5.3.3 Překlenutí poruchy, nadpětí (OVRT) a podpětí (UVRT) (v rozsahu UVRT)*	9.2.2 Dynamická podpora sítě 9.2.2.1 Překlenutí poruchy při krátkodobém poklesu napětí (Undervoltage ride through - UVRT)	4.5 Odolnost vůči poruchám 4.5.3 Překlenutí podpětí (UVRT) 4.5.3.2 Výrobná s nesynchronní výrobní technologií	Vyhověl/ Nevyhověl
8	Překlenutí krátkodobého zvýšení napětí - OVRT	A1 A2	5.3 Odolnost vůči poruchám 5.3.3 Překlenutí poruchy, nadpětí (OVRT) a podpětí (UVRT) (v rozsahu OVRT)*	9.2.2 Dynamická podpora sítě 9.2.2.2 Překlenutí poruchy při krátkodobém nadpětí (OVRT)	4.5 Odolnost vůči poruchám 4.5.4 Překlenutí nadpětí (OVRT)	Vyhověl/ Nevyhověl
9	Obnova činného výkonu po poruše	A2	5.3 Odolnost vůči poruchám 5.3.3 Překlenutí poruchy, nadpětí (OVRT) a podpětí (UVRT) (v rozsahu UVRT)	9.2.2 Dynamická podpora sítě 9.2.2.4 Velikost a doba obnovy činného výkonu po krátkodobém poklesu napětí	4.5 Odolnost vůči poruchám 4.5.3 Překlenutí podpětí (UVRT) 4.5.3.2 Výrobná s nesynchronní výrobní technologií	Vyhověl/ Nevyhověl
10	Odezva výkonu na nadfrekvenci - P(f)	A1 A2	5.4 Aktivní odezva na odchylky frekvence 5.4.3.2 Odezva výkonu na nadfrekvenci	9.3 Přizpůsobení činného výkonu 9.3.3 Frekvenční odezva činného výkonu v omezeném frekvenčně závislém režimu	4.6 Aktivní odezva na odchylky frekvence 4.6.1 Odezva výkonu na nadfrekvenci	Vyhověl/ Nevyhověl
11	Napětově závislý režim řízení - Q(U)	A1 A2	5.5 Výkonová specifikace a odezva na změny napětí 5.5.2 Podpora napětí jalovým výkonem - test pro určení režimů řízení jalového výkonu 5.5.2.4 Procedura pro ověření napětově závislého režimu řízení jalového výkonu Q(U) 5.5.2.4.2 Testovací procedura pro chování v ustáleném stavu*	9.4.2 Jalový výkon závislý na napětí – funkce Q(U)	4.7 Odezva výkonu na změny napětí 4.7.2 Podpora napětí jalovým výkonem 4.7.2.3 Režimy řízení 4.7.2.3.3 Napětově závislý režim řízení	Vyhověl/ Nevyhověl
12	Dynamické chování - Q(U)	A1 A2	5.5 Výkonová specifikace a odezva na změny napětí 5.5.2 Podpora napětí jalovým výkonem - test pro určení režimů řízení jalového výkonu 5.5.2.4 Procedura pro ověření napětově závislého režimu řízení jalového výkonu Q(U) 5.5.2.4.2 Testovací procedura pro dynamické chování**	9.4.2 Jalový výkon závislý na napětí – funkce Q(U)	4.7 Odezva výkonu na změny napětí 4.7.2 Podpora napětí jalovým výkonem 4.7.2.3 Režimy řízení 4.7.2.3.3 Napětově závislý režim řízení	Vyhověl/ Nevyhověl
13	Napětově závislé omezení činného výkonu - P(U)	A1 A2	5.6 Napětově závislé omezení činného výkonu P(U) 5.6.3 Testovací procedura pro chování v ustáleném stavu	9.3.5 Snížení činného výkonu závislé na napětí – funkce P(U)	4.7 Odezva výkonu na změny napětí 4.7.3 Snížení činného výkonu závislé na napětí	Vyhověl/ Nevyhověl

Zkoušky			Požadavky		Hodnocení	
Dle PPDS: P4			EN 50549-10	PPDS: P4		EN 50549-1
Číslo	Název	Kat. VM			PPDS: P4	
14	Dynamické chování - P(U)	A1 A2	5.6 Napěťově závislé omezení činného výkonu P(U) 5.6.4 Testovací procedura pro dynamické chování**	- v současné době nedefinováno	4.7 Odezva výkonu na změny napětí 4.7.3 Snížení činného výkonu závislé na napětí	Vyhověl/ Nevyhověl
15	Automatické připojení za normálních provozních podmínek	A1 A2	5.9 Připojení a spuštění 5.9.4 Spuštění výroby elektrické energie	- v současné době nedefinováno	4.10 Připojení a spuštění výroby elektrické energie 4.10.3 Spuštění výroby elektrické energie	Vyhověl/ Nevyhověl/
16	Automatické připojení po poruše	A1 A2	5.9 Připojení a spuštění 5.9.4 Automatické připojení po poruše	9.5. Automatické opětovné připojení výroben	4.10 Připojení a spuštění výroby elektrické energie 4.10.2 Automatické opětovné připojení po vybavení ochrany	Vyhověl/ Nevyhověl
17	Logické rozhraní pro omezení dodávky činného výkonu	A1 A2	-	9.3. Přizpůsobení činného výkonu 9.3.6 Řízení činného výkonu v závislosti na provozních podmínkách	4.11 Ukončení dodávky a snížení činného výkonu na žádanou hodnotu 4.11.1 Ukončení dodávky činného výkonu	Vyhověl/ Nevyhověl/
18	Podpěťová ochrana [27]	A1 A2	5.8 Ochrany rozhraní 5.8.3 Ověřovací procedura pro výrobní určené pro připojení do distribuční sítě nn s ochranou rozhraní jako integrovaného zařízení 5.8.3.2.2 Přesnost nastavení hodnot napětí a frekvence: ověřovací metody*	8. Ochrany 8.1 Mikro zdroje 8.2 Výrobní elektřiny s fázovým proudem nad 16A v sítích nn a výrobní připojené do sítě vn a 110kV (VM 1A, B1, B2, C, D)	4.9. Ochrany rozhraní 4.9.3. Požadavky na napěťové a frekvenční ochrany 4.9.3.2 Podpěťová ochrana [27]	Vyhověl/ Nevyhověl
19	Nadpěťová ochrana [59]	A1 A2	5.8 Ochrany rozhraní 5.8.3 Ověřovací procedura pro výrobní určené pro připojení do distribuční sítě nn s ochranou rozhraní jako integrovaného zařízení 5.8.3.2.2 Přesnost nastavení hodnot napětí a frekvence: ověřovací metody*	8. Ochrany 8.1 Mikro zdroje 8.2 Výrobní elektřiny s fázovým proudem nad 16A v sítích nn a výrobní připojené do sítě vn a 110kV (VM 1A, B1, B2, C, D)	4.9. Ochrany rozhraní 4.9.3. Požadavky na napěťové a frekvenční ochrany 4.9.3.3 Nadpěťová ochrana [59]	Vyhověl/ Nevyhověl
20	Nadpěťová ochrana - 10 minutová střední hodnota	A1 A2	5.8 Ochrany rozhraní 5.8.3 Ověřovací procedura pro výrobní určené pro připojení do distribuční sítě nn s ochranou rozhraní jako integrovaného zařízení 5.8.3.3 Nadpěťová ochrana - 10 min střední hodnota*	8. Ochrany 8.1 Mikro zdroje 8.2 Výrobní elektřiny s fázovým proudem nad 16A v sítích nn a výrobní připojené do sítě vn a 110kV (VM 1A, B1, B2, C, D)	4.9. Ochrany rozhraní 4.9.3. Požadavky na napěťové a frekvenční ochrany 4.9.3.4 Nadpěťová ochrana 10 minutová střední hodnota	Vyhověl/ Nevyhověl

Zkoušky			Požadavky			Hodnocení
Dle PPDS: P4			EN 50549-10	PPDS: P4	EN 50549-1	
Číslo	Název	Kat. VM				
21	Podfrekvenční ochrana [81<]	A1 A2	5.8 Ochrany rozhraní 5.8.3 Ověřovací procedura pro výroby určené pro připojení do distribuční sítě nn s ochranou rozhraní jako integrovaného zařízení 5.8.3.2.2 Přesnost nastavení hodnot napětí a frekvence: ověřovací metody*	8. Ochrany 8.1 Mikro zdroje 8.2 Výroby elektřiny s fázovým proudem nad 16A v sítích nn a výroby připojené do sítě vn a 110kV (VM 1A, B1, B2, C, D)	4.9. Ochrany rozhraní 4.9.3. Požadavky na napěťové a frekvenční ochrany 4.9.3.5 Podfrekvenční ochrana [81<]	Vyhověl/ Nevyhověl
22	Nadfrekvenční ochrana [81>]	A1 A2	5.8 Ochrany rozhraní 5.8.3 Ověřovací procedura pro výroby určené pro připojení do distribučních soustav nn s ochranou rozhraní jako integrovaného zařízení 5.8.3.2.2 Přesnost nastavení hodnot napětí a frekvence: ověřovací metody*	8. Ochrany 8.1 Mikro zdroje 8.2 Výroby elektřiny s fázovým proudem nad 16A v sítích nn a výroby připojené do sítě vn a 110kV (VM 1A, B1, B2, C, D)	4.9. Ochrany rozhraní 4.9.3. Požadavky na napěťové a frekvenční ochrany 4.9.3.6 Nadfrekvenční ochrana [81>]	Vyhověl/ Nevyhověl
23	Nastavitelnost a zabezpečení proti neoprávněnému přístupu k nastavení	A1 A2	Akceptační kritérium napříč zkouškami nastavitelných funkcí	-	Požadavek napříč nastavitelnými funkcemi	Vyhověl/ Nevyhověl

\*rozsah zkoušek redukován pro účely této metodiky

\*\*zkouška modifikována pro účely této metodiky

## Seznam zkratk

Zkratka	Definice
1-F	1-fázový
3-F	3-fázový
AC	Alternating current – střídavý proud
DC	Direct current – stejnosměrný proud
DS	Distribuční síť
$f_n$	Nominální frekvence
FV	Fotovoltaický
MPPT	Maximum power point tracking – sledování bodu maximálního výkonu
OVRT	Over voltage ride through – překlenutí nadpětí
$P_n$	Nominální činný výkon střídače
$P_{max}$	Maximální činný výkon střídače
PPDS: P4	Pravidla provozování distribuční soustavy, příloha 4
$P(U)$	Napětově závislé omezení činného výkonu
$P(f)$	Frekvenčně závislé omezení činného výkonu
$Q(U)$	Napětově závislý režim řízení jalového výkonu
RMS	Root mean square – kvadratický průměr (efektivní hodnota)
ROCOF	Rate of change of frequency – rychlost změny frekvence
ROCOV	Rate of change of voltage – rychlost změny velikosti napětí
$S_{max}$	Maximální zdánlivý výkon střídače
UVRT	Under voltage ride through – překlenutí podpětí
$U_{AVG}$	Střední velikost napětí měřených nezávisle pro každou fázi
$U_n$	Nominální napětí
VD	Voltage dip – krátkodobý pokles napětí
VM	Výrobní modul
VS	Voltage swell – krátkodobé zvýšení napětí

# 1 Maximální dodávka činného výkonu

---

## 1.1 Cíl zkoušky

Cílem zkoušky je ověřit maximální hodnotu činného výkonu na výstupních svorkách střídače s ohledem na aktuálně platné požadavky PPDS: P4.

## 1.2 Specifikace požadavků

Přehled relevantních požadavků kladených na VM kategorie A1 a A2 podle aktuálně platného vydání PPDS: P4 se nachází v Příloze C.

## 1.3 Zkušební zařízení a metoda pro posouzení souladu

Metoda aplikována v této zkoušce za účelem posouzení souladu je klasifikována jako „Test na systému pro výrobu elektřiny“ podle normy EN50549-10 [5].

Detailní popis zkušebního zařízení plně vybaveného pro výše uvedený typ posuzování souladu se nachází v Příloze B.

## 1.4 Měřicí zařízení

Výkonový analyzátor:

1. Systém měření dle určeného připojení zkoušeného zařízení do napájecí AC soustavy.
2. Bod měření je v blízkosti silových AC svorek zkoušeného zařízení.
3. Měřicí okno 10 period systémové frekvence (v soustavě s nominální frekvencí 50 Hz), se záznamem po sobě jdoucích 10 periodových (~200ms) hodnot.

## 1.5 Předpoklady

Parametrizace střídače je v souladu s pokyny výrobce pro danou zemi.

Je možné napájet střídač maximálním dovoleným DC výkonem s ohledem na proudové a napětíové rozsahy MPPT vstupů podle pokynů výrobce.

Výstupní výkon střídače není žádným způsobem omezen (prostřednictvím logického rozhraní, nadřazeným řídicím systémem, ...).

## 1.6 Zkušební procedura

1. Nastavení simulátorů FV polí tak, aby zkoušený střídač byl napájen maximálním dovoleným DC výkonem s ohledem na proudové a napětíové rozsahy MPPT vstupů podle pokynů výrobce. Spuštění simulátoru.
2. Nastavení simulátoru sítě, spuštění záznamu měření a spuštění zkušební sekvence, ve které napětí a frekvence odpovídá nominálním hodnotám během celé doby zkoušky.
3. Čekat nevyhnutně dlouhou dobu (dle parametrizace střídače) pro zabezpečení dostatečného časového prostoru na přifázování střídače a dosažení ustáleného stavu.
4. Po dosažení ustáleného stavu střídač provozovat po nevyhnutně dlouhou dobu, která je potřebná pro relevantní vyhodnocení požadavku na maximální dodávaný činný výkon.
5. Ukončení záznamu měření.
6. Zaznamenávání frekvence, napětí (RMS), proudu (RMS), činného, jalového a zdánlivého výkonu v každé fázi.



---

## **1.7 Vyhodnocení dat a akceptační kritérium**

Z naměřených dat vyhodnotit maximální dodávku činného výkonu způsobem relevantním pro ověření aktuálně platného požadavku.

Výsledek zkoušky se považuje za vyhovující, pokud činný výkon nepřekračuje dovolený maximální výkon podle aktuálně platného vydání PPDS: P4.

## 2 Schopnost provozu v rámci normálního provozního rozsahu frekvence

### 2.1 Cíl zkoušky

Cílem zkoušky je ověřit schopnost zařízení zůstat po minimálně definovanou dobu v provozu v daném rozsahu frekvence podle aktuálně platných požadavků PPDS: P4.

### 2.2 Specifikace požadavků

Přehled relevantních požadavků kladených na VM kategorie A1 a A2 podle aktuálně platného vydání PPDS: P4 se nachází v Příloze C.

### 2.3 Zkušební zařízení a metoda pro posouzení souladu

Metoda aplikována v této zkoušce za účelem posouzení souladu je klasifikována jako „Test na systému pro výrobu elektřiny“ podle normy EN50549-10 [5].

Detailní popis zkušebního zařízení plně vybaveného pro výše uvedený typ posuzování souladu se nachází v Příloze B.

### 2.4 Měřicí zařízení

Výkonový analyzátor:

1. Systém měření dle určeného připojení zkoušeného zařízení do napájecí AC soustavy.
2. Bod měření je v blízkosti silových AC svorek zkoušeného zařízení.
3. Měřicí okno 10 period systémové frekvence (v soustavě s nominální frekvencí 50 Hz), se záznamem po sobě jdoucích 10 periodových (~200ms) hodnot.
4. Zaznamenávání frekvence, napětí (RMS), proudu (RMS), činného, jalového a zdánlivého výkonu v každé fázi.

### 2.5 Předpoklady

Parametrizace střídače je v souladu s pokyny výrobce pro danou zemi.

Ochranné funkce, které by potenciálně mohly ovlivnit výsledky zkoušek, musí být deaktivovány.

Schopnost dosáhnout nominální výkon střídače na AC straně a  $\cos\phi=1$ .

### 2.6 Zkušební procedura

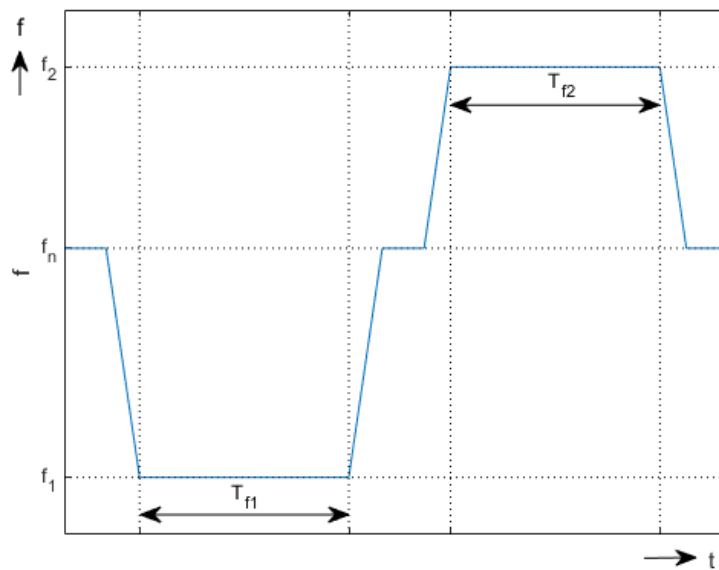
1. Nastavení parametrů simulátoru FV pole tak, aby odpovídaly nominálnímu činnému výkonu na AC straně střídače s ohledem na proudové a napěťové rozsahy MPPT vstupů podle pokynů výrobce. Spuštění simulátoru.
2. Nastavení simulátoru sítě, spuštění záznamu měření a spuštění zkušební sekvence.
3. V úvodu sekvence jsou napětí a frekvence nastaveny na nominální hodnoty po nevyhnutně dlouhou dobu (dle parametrizace střídače) pro zabezpečení dostatečného časového prostoru na přifázování střídače a dosažení ustáleného stavu.
4. Po dosažení ustáleného stavu, kdy je střídač provozován s nominálním činným výkonem a  $\cos\phi=1$ , následuje pokles frekvence na hodnotu  $f_1$  (ROCOF=0,05 Hz/s) s dobou trvání  $T_{f1}$ .
5. Po uplynutí  $T_{f1}$  návrat na nominální frekvenci (ROCOF=0,05 Hz/s) s dobou trvání 1 min.
6. Po uplynutí 1 min nárůst frekvence na  $f_2$  (ROCOF=0,05 Hz/s) s dobou trvání  $T_{f2}$ .
7. Po uplynutí  $T_{f2}$  návrat na nominální frekvenci (ROCOF=0,05 Hz/s) s dobou trvání 1 min.
8. Po uplynutí 1 min ukončení záznamu měření.

Určení hodnot frekvence  $f_1$  a  $f_2$  pro ověření:

- $f_1$  – nejnižší hodnota frekvence ze všech definovaných provozních rozsahů podle aktuálně platných požadavek zvýšená o 100 mHz
- $f_2$  – nejvyšší hodnota frekvence ze všech definovaných provozních rozsahů podle aktuálně platných požadavek snižena o 100 mHz

Určení dob trvání  $T_{f1}$  a  $T_{f2}$  pro ověření:

- $T_{f1}$  – minimální doba provozu odpovídající nejnižšímu definovanému provoznímu rozsahu frekvence podle aktuálně platných požadavek; pokud je minimální doba delší než 5 min, použije se 5 min
- $T_{f2}$  - minimální doba provozu odpovídající nejvyššímu definovanému provoznímu rozsahu frekvence podle aktuálně platných požadavek; pokud je minimální doba delší než 5 min, použije se 5 min



Obr. 8. Zkouška schopnost provozu v rámci normálního provozního rozsahu frekvence

## 2.7 Vyhodnocení dat a akceptační kritérium

Na základě naměřených dat určit, zda je zařízení schopné provozu bez odpojení od sítě a narušení dodávky činného výkonu v průběhu zkoušky.

Výsledek zkoušky se považuje za vyhovující, pokud zařízení zůstalo připojeno k síti a dodávka činného výkonu je během celé zkoušky stabilní, což znamená, že změřené  $\sim 200$ ms hodnoty činného výkonu se nachází v tolerančním pásmu  $\pm 10\% P_n$  od požadované hodnoty se zohledněním nejistoty měření. Je dovoleno snížení dodávky činného výkonu při podfrekvenci a snížení dodávky činného výkonu při nadfrekvenci v souladu s aktuálně platnými předpisy PPDS: P4 (kapitola 9.3.2 Přípustné snížení činného výkonu při podfrekvenci, resp. kapitola 9.3.1 Snížení činného výkonu při nadfrekvenci).

## 3 Dovolené snížení výkonu při klesající frekvenci

### 3.1 Cíl zkoušky

Cílem zkoušky je ověřit schopnost zařízení udržet dodávku činného výkonu při nižší než nominální frekvenci podle aktuálně platných požadavků PPDS: P4.

### 3.2 Specifikace požadavků

Přehled relevantních požadavků kladených na VM kategorie A1 a A2 podle aktuálně platného vydání PPDS: P4 se nachází v Příloze C.

### 3.3 Zkušební zařízení a metoda pro posouzení souladu

Metoda aplikována v této zkoušce za účelem posouzení souladu je klasifikována jako „Test na systému pro výrobu elektřiny“ podle normy EN50549-10 [5].

Detailní popis zkušebního zařízení plně vybaveného pro výše uvedený typ posuzování souladu se nachází v Příloze B.

### 3.4 Měřicí zařízení

Výkonový analyzátor:

1. Systém měření dle určeného připojení zkoušeného zařízení do napájecí AC soustavy.
2. Bod měření je v blízkosti silových AC svorek zkoušeného zařízení.
3. Měřicí okno 10 period systémové frekvence (v soustavě s nominální frekvencí 50 Hz), se záznamem po sobě jdoucích 10 periodových (~200ms) hodnot.
4. Zaznamenávání frekvence, napětí (RMS), proudu (RMS), činného, jalového a zdánlivého výkonu v každé fázi.

### 3.5 Předpoklady

Parametrizace střídače je v souladu s pokyny výrobce pro danou zemi.

Ochranné funkce, které by potenciálně mohly ovlivnit výsledky zkoušky, musí být deaktivovány.

Schopnost dosáhnout nominální výkon střídače na AC straně a  $\cos\phi=1$ .

### 3.6 Zkušební procedura

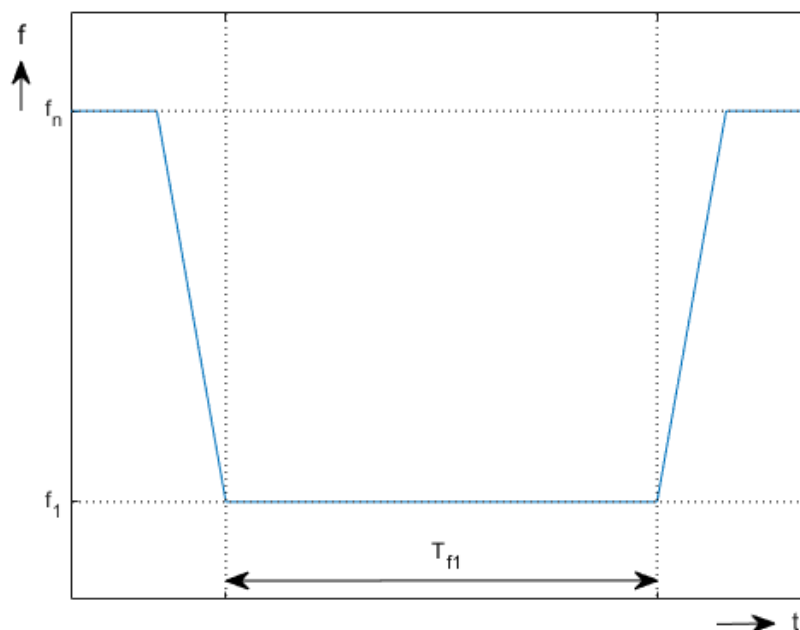
1. Nastavení parametrů simulátoru FV pole tak, aby odpovídaly nominálnímu činnému výkonu na AC straně střídače s ohledem na proudové a napěťové rozsahy MPPT vstupů podle pokynů výrobce. Spuštění simulátoru.
2. Nastavení simulátoru sítě, spuštění záznamu měření a spuštění zkušební sekvence.
3. V úvodu sekvence jsou napětí a frekvence nastaveny na nominální hodnoty po nevyhnutně dlouhou dobu (dle parametrizace střídače) pro zabezpečení dostatečného časového prostoru na přifázování střídače a dosažení ustáleného stavu.
4. Po dosažení ustáleného stavu, kdy je střídač provozován s nominálním činným výkonem a  $\cos\phi=1$ , následuje pokles frekvence na hodnotu  $f_l$  (ROCOF=0,05 Hz/s) s dobou trvání  $T_{fl}$  min.
5. Po uplynutí  $T_{fl}$  návrat na nominální frekvenci (ROCOF=0,05 Hz/s) s dobou trvání 1 min.
6. Po uplynutí 1 min ukončení záznamu měření.

Určení frekvence  $f_l$  pro ověření:

- $f_l$  – nejnižší hodnota frekvence ze všech definovaných provozních rozsahů podle aktuálně platných požadavek zvýšená o 100 mHz

Určení doby trvání  $T_{fl}$  pro ověření:

- $T_{fl}$  – minimální doba provozu odpovídající nejnižšímu definovanému provoznímu rozsahu frekvence podle aktuálně platných požadavek; pokud je minimální doba delší než 5 min, použije se 5 min



Obr. 9. Zkouška dovoleného snížení činného výkonu při klesající frekvenci

### 3.7 Vyhodnocení dat a akceptační kritérium

Na základě naměřených dat určit míru poklesu činného výkonu při snížené frekvenci v  $\%P_{\max}/\text{Hz}$ .

Výsledek zkoušky se považuje za vyhovující, pokud míra snížení činného výkonu je stejná nebo nižší, než maximální dovolená míra snížení definována v aktuálně platném vydání PPDS: P4 (kapitola 9.3.2 Přípustné snížení činného výkonu při podfrekvenci).

## 4 Schopnost provozu v rámci normálního provozního rozsahu napětí

### 4.1 Cíl zkoušky

Cílem zkoušky je ověřit schopnost zařízení zůstat v provozu v daném rozsahu napětí během definované doby podle aktuálně platných požadavků PPDS: P4.

### 4.2 Specifikace požadavků

Přehled relevantních požadavků kladených na VM kategorie A1 a A2 podle aktuálně platného vydání PPDS: P4 se nachází v Příloze C.

### 4.3 Zkušební zařízení a metoda pro posouzení souladu

Metoda aplikována v této zkoušce za účelem posouzení souladu je klasifikována jako „Test na systému pro výrobu elektřiny“ podle normy EN50549-10 [5].

Detailní popis zkušebního zařízení plně vybaveného pro výše uvedený typ posuzování souladu se nachází v Příloze B.

### 4.4 Měřicí zařízení

Výkonový analyzátor:

1. Systém měření dle určeného připojení zkoušeného zařízení do napájecí AC soustavy.
2. Bod měření je v blízkosti silových AC svorek zkoušeného zařízení.
3. Měřicí okno 10 period systémové frekvence (v soustavě s nominální frekvencí 50 Hz), se záznamem po sobě jdoucích 10 periodových (~200ms) hodnot.
4. Zaznamenávání frekvence, napětí (RMS), proudu (RMS), činného, jalového a zdánlivého výkonu v každé fázi.

### 4.5 Předpoklady

Ochranné funkce, které by potenciálně mohly ovlivnit výsledky zkoušek, musí být deaktivovány.

Schopnost dosáhnout nominální výkon na výstupních svorkách střídače.

Parametrizace střídače je v souladu s pokyny výrobce pro danou zemi.

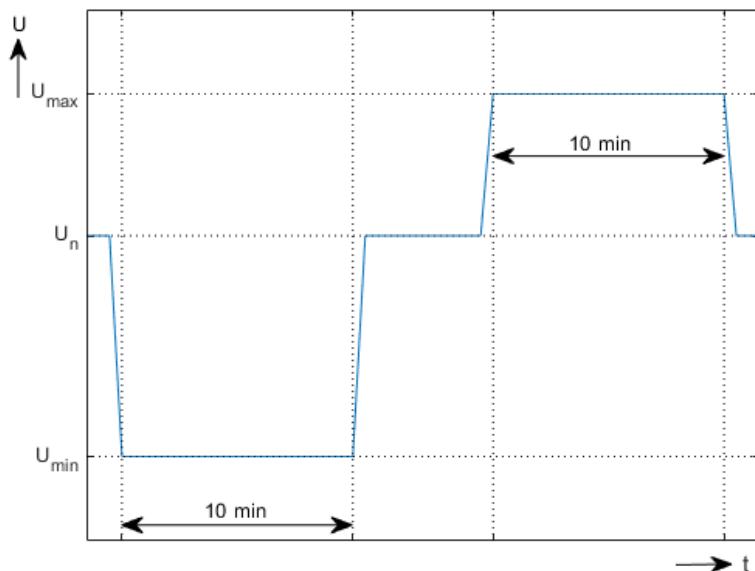
### 4.6 Zkušební procedura

1. Nastavení parametrů simulátoru FV pole tak, aby odpovídaly nominálnímu činnému výkonu na AC straně střídače s ohledem na proudové a napěťové rozsahy MPPT vstupů podle pokynů výrobce. Spuštění simulátoru.
2. Nastavení simulátoru sítě, spuštění záznamu měření a spuštění zkušební sekvence.
3. V úvodu sekvence jsou napětí a frekvence nastaveny na nominální hodnoty po nevyhnutně dlouhou dobu (dle parametrizace střídače) pro zabezpečení dostatečného časového prostoru na přifázování střídače a dosažení ustáleného stavu.
4. Po dosažení ustáleného stavu, kdy je střídač provozován s nominálním činným výkonem a jakýmkoli náhodně zvoleným  $\cos\phi$  z provozního rozsahu, následuje pokles napětí na minimální napětí  $U_{min}$  (ROCOV = 1 V/s) s dobou trvání 10 min.
5. Po uplynutí 10 min návrat na nominální napětí (ROCOV = 1 V/s) s dobou trvání 5 min.
6. Po uplynutí 5 min nárůst napětí na maximální napětí  $U_{max}$  (ROCOV = 1 V/s) s dobou trvání 10 min.

7. Po uplynutí 10 min návrat na nominální napětí (ROCOV = 1 V/s) s dobou trvání 1 min.
8. Po uplynutí 1 min ukončení záznamu a měření.

Určení hodnot napětí  $U_{min}$  a  $U_{max}$  pro ověření:

- $U_{min}$  – nejnižší napětí z definovaného minimálního rozsahu napětí pro trvalý provoz zvýšeno o 1 % $U_n$
- $U_{max}$  – nejvyšší napětí z definovaného minimálního rozsahu napětí pro trvalý provoz sníženo o 1 % $U_n$



Obr. 10. Zkouška schopnost provozu v rámci normálního provozního rozsahu napětí

## 4.7 Vyhodnocení dat a akceptační kritérium

Na základě naměřených dat určit, zda je zařízení schopné provozu bez odpojení od sítě a narušení dodávky činného výkonu v průběhu zkoušky.

Výsledek zkoušky se považuje za vyhovující, pokud zařízení zůstalo připojeno k síti a dodávka činného výkonu je stabilní, což znamená, že změřené ~200ms hodnoty činného výkonu se nachází v tolerančním pásmu  $\pm 10\%P_n$  od požadované hodnoty se zohledněním nejistoty měření. Je dovolena změna dodávky činného výkonu v reakci na změny napětí v souladu s aktuálně platnými předpisy PPDS: P4 (kapitola 9.2 Zásady podpory sítě) a také snížení výstupního výkonu odpovídající relativní změně napětí  $(U_n - U)/U_n$ .

## 5 Výkonová specifikace střídače

### 5.1 Cíl zkoušky

Cílem zkoušky je ověřit soulad vymezeného pracovního prostoru střídače v P-Q diagramu s aktuálně platnými požadavky PPDS: P4.

### 5.2 Specifikace požadavků

Přehled relevantních požadavků kladených na VM kategorie A1 a A2 podle aktuálně platného vydání PPDS: P4 se nachází v Příloze C.

### 5.3 Zkušební zařízení a metoda pro posouzení souladu

Metoda aplikována v této zkoušce za účelem posouzení souladu je klasifikována jako „Test na systému pro výrobu elektřiny“ podle normy EN50549-10 [5].

Detailní popis zkušebního zařízení plně vybaveného pro výše uvedený typ posuzování souladu se nachází v Příloze B.

### 5.4 Měřicí zařízení

Výkonový analyzátor:

1. Systém měření dle určeného připojení zkoušeného zařízení do napájecí AC soustavy.
2. Bod měření je v blízkosti silových AC svorek zkoušeného zařízení.
3. Měřicí okno 10 period systémové frekvence (v soustavě s nominální frekvencí 50 Hz), se záznamem po sobě jdoucích 10 periodových (~200ms) hodnot.
4. Zaznamenávání frekvence, napětí (RMS), proudu (RMS), činného, jalového a zdánlivého výkonu v každé fázi.

### 5.5 Předpoklady

Parametrizace střídače je v souladu s pokyny výrobce pro danou zemi.

Je možné napájet střídač maximálním dovoleným DC výkonem s ohledem na proudové a napěťové rozsahy MPPT vstupů podle pokynů výrobce.

Aktivní napěťově závislý režim řízení jalového výkonu podle Q(U) charakteristiky.

Ochranné a regulační funkce, které mohou ovlivnit výsledky měření musí být deaktivovány.

### 5.6 Zkušební procedura

1. Nastavení simulátorů FV polí tak, aby testovaný střídač byl napájen maximálním dovoleným DC výkonem s ohledem na proudové a napěťové rozsahy MPPT vstupů podle pokynů výrobce. Spuštění simulátoru.
2. Nastavení simulátoru sítě, spuštění záznamu měření a spuštění zkušební sekvence, ve které napětí a frekvence odpovídá nominálním hodnotám během celé doby zkoušky.
3. Čekat nevyhnutně dlouhou dobu (dle parametrizace střídače) pro zabezpečení dostatečného časového prostoru na přifázování střídače a dosažení ustáleného stavu, kdy střídač pracuje s  $P_{max}$ .
4. Po dosažení ustáleného stavu následuje pokles napětí na hodnotu  $U_{min}$  s dobou trvání  $T_{PQ}$ .
5. Po uplynutí  $T_{PQ}$  od poklesu napětí následuje nárůst napětí na hodnotu  $U_{max}$  s dobou trvání  $T_{PQ}$ .
6. Po uplynutí  $T_{PQ}$  od nárůstu napětí následuje návrat napětí na nominální hodnotu s dobou trvání  $T_{PQ}$ .



7. Po uplynutí  $T_{PQ}$  od návratu napětí na nominální hodnotu následuje snížení činného výkonu o  $\Delta P_{PQ}$ .
8. Opakovat body 4-6 až do dosažení 0 % $P_{max}$  nebo nejnižší regulační úrovně (aplikuje se nižší hodnota).
9. Ukončení záznamu měření.

Určení hodnot napětí  $U_{min}$  a  $U_{max}$  pro ověření:

- $U_{min}$  – nejnižší napětí z definovaného minimálního rozsahu napětí pro trvalý provoz zvýšeno o 1 % $U_n$
- $U_{max}$  – nejvyšší napětí z definovaného minimálního rozsahu napětí pro trvalý provoz sníženo o 1 % $U_n$

Určení doby trvání  $T_{PQ}$ :

- součet doby potřebné na ustálení dodávky jalového výkonu a minimálně 1 min (doba potřebná pro vyhodnocení 1min průměrných hodnot)

Určení kroku pro změny činného výkonu na výstupních svorkách střídače  $\Delta P_{PQ}$ :

- libovolný krok, který zabezpečí spolehlivé ověření pracovního prostoru testovaného střídače, minimálně však taký, který umožní ověření minimálně při třech úrovních činného výkonu

---

## 5.7 Vyhodnocení dat a akceptační kritérium

Z naměřených dat vypočítat 1min průměrné hodnoty činného a jalového výkonu pro všechny ověřované body pracovního prostoru střídače.

Výsledek zkoušky se považuje za vyhovující, pokud všechny ověřované body z pracovního prostoru střídače odpovídají požadovanému pracovnímu prostoru podle požadavků definovaných v aktuálně platném vydání PPDS: P4.

## 6 Odolnost vůči rychlým změnám frekvence

### 6.1 Cíl zkoušky

Cílem zkoušky je ověřit schopnost zařízení odolat změnám frekvence s definovanou rychlostí podle aktuálně platného požadavku definovaného v PPDS: P4.

### 6.2 Specifikace požadavků

Přehled relevantních požadavků kladených na VM kategorie A1 a A2 podle aktuálně platného vydání PPDS: P4 se nachází v Příloze C.

### 6.3 Zkušební zařízení a metoda pro posouzení souladu

Metoda aplikována v této zkoušce za účelem posouzení souladu je klasifikována jako „Test na systému pro výrobu elektřiny“ podle normy EN50549-10 [5].

Detailní popis zkušebního zařízení plně vybaveného pro výše uvedený typ posuzování souladu se nachází v Příloze B.

### 6.4 Měřicí zařízení

Výkonový analyzátor:

1. Systém měření dle určeného připojení zkoušeného zařízení do napájecí AC soustavy.
2. Bod měření je v blízkosti silových AC svorek zkoušeného zařízení.
3. Měřicí okno 10 period systémové frekvence (v soustavě s nominální frekvencí 50 Hz), se záznamem po sobě jdoucích 10 periodových (~200ms) hodnot.
4. Zaznamenávání frekvence, napětí (RMS), proudu (RMS), činného, jalového a zdánlivého výkonu v každé fázi.

### 6.5 Předpoklady

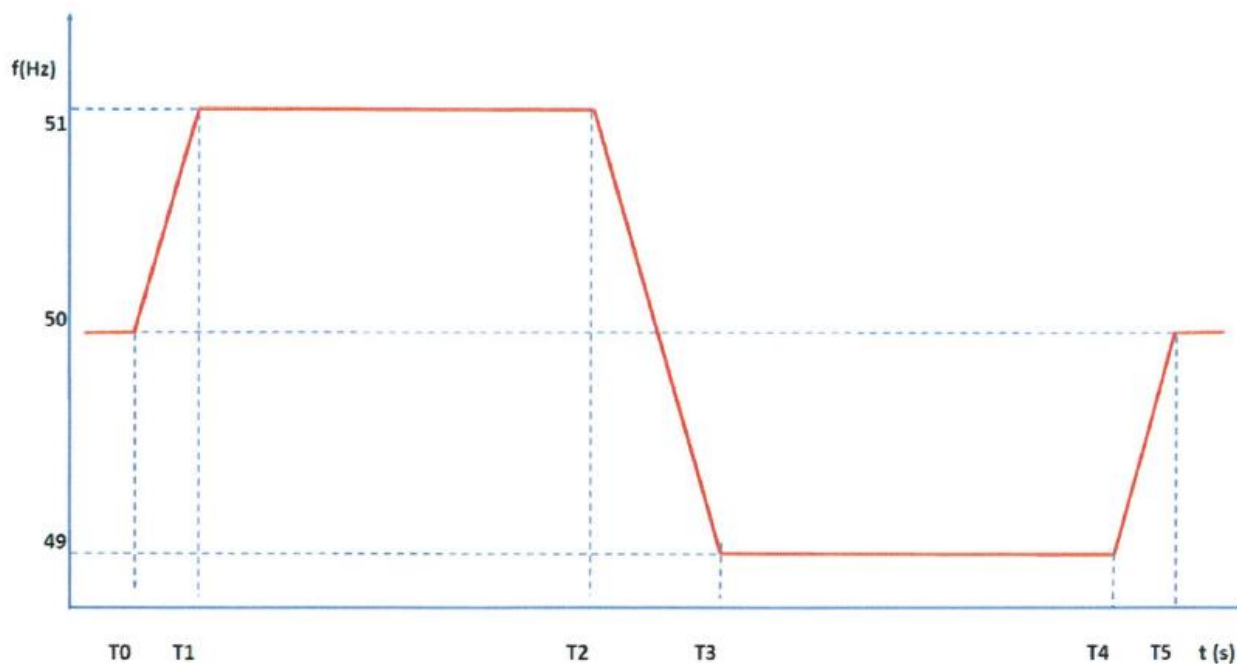
Ochranné funkce, které by potenciálně mohly ovlivnit výsledky zkoušky, musí být deaktivovány.

Schopnost dosáhnout nominální výkon na AC svorkách střídače a  $\cos\phi=1$ .

### 6.6 Zkušební procedura

1. Nastavení parametrů simulátoru FV pole tak, aby odpovídaly nominálnímu činnému výkonu na AC straně střídače s ohledem na proudové a napěťové rozsahy MPPT vstupů podle pokynů výrobce. Spuštění simulátoru.
2. Nastavení simulátoru sítě, spuštění záznamu měření a spuštění zkušební sekvence.
3. V úvodu sekvence jsou napětí a frekvence nastaveny na nominální hodnoty po nevyhnutně dlouhou dobu (dle parametrizace střídače) pro zabezpečení dostatečného časového prostoru na přifázování střídače a dosažení ustáleného stavu.
4. Po dosažení ustáleného stavu, kdy je střídač provozován s nominálním činným výkonem a  $\cos\phi=1$ , následuje změna frekvence z 50 Hz na 51 Hz s rychlosti změny rovnající se aktuálně platné požadované odolnosti ROCOF. Frekvence je na hodnotě 51 Hz udržována po dobu 3 s.
5. Po uplynutí 3 s následuje změna frekvence z 51 Hz na 49 Hz s rychlosti změny rovnající se aktuálně platné požadované odolnosti ROCOF a setrvání na hodnotě 49 Hz po dobu dalších 3 s.
6. Po uplynutí 3 s následuje změna frekvence na nominální hodnotu s rychlosti změny rovnající se aktuálně platné požadované odolnosti ROCOF.
7. Po uplynutí 1 min ukončení záznamu a měření

Hlavní část zkušební procedury, během které probíhá ověření odolnosti je znázorněna na Obr. 11. Časy T0 až T5 vychází z rychlosti změn frekvence (rovnající se ověřované hodnotě odolnosti) a doby 3 s, během které je frekvence stabilní.



Obr. 11. Zkouška odolnosti vůči rychlým změnám frekvence

## 6.7 Vyhodnocení dat a akceptační kritérium

Na základě naměřených dat určit, zda se zařízení v průběhu zkoušky neodpojilo od sítě.

Výsledek zkoušky se považuje za vyhovující, pokud zařízení zůstane v provozu a neodpoují se od sítě - odolá změnám frekvence s definovanou rychlostí v souladu s aktuálně platnými předpisy PPDS: P4 (9.1.1 Provozní frekvenční rozsah výroben v sítích nn, vn a 110 kV).

## 7 Překlenutí krátkodobého poklesu napětí - UVRT

### 7.1 Cíl zkoušky

Cílem zkoušky je ověřit schopnost zařízení překlenout krátkodobý pokles napětí podle minimálních požadavků na odolnost definovaných v aktuálně platném vydání PPDS: P4.

### 7.2 Specifikace požadavků

Přehled relevantních požadavků kladených na VM kategorie A1 a A2 podle aktuálně platného vydání PPDS: P4 se nachází v Příloze C.

### 7.3 Zkušební zařízení a metoda pro posouzení souladu

Metoda aplikována v této zkoušce za účelem posouzení souladu je klasifikována jako „Test na systému pro výrobu elektřiny“ podle normy EN50549-10 [5].

Detailní popis zkušebního zařízení plně vybaveného pro výše uvedený typ posuzování souladu se nachází v Příloze B.

### 7.4 Měřicí zařízení

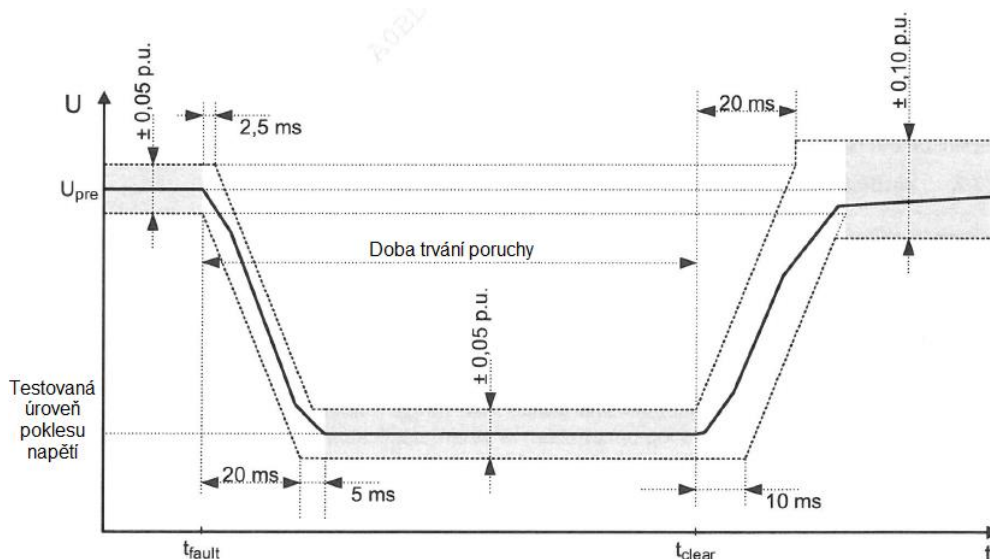
Výkonový analyzátor:

1. Systém měření dle určeného připojení zkoušeného zařízení do napájecí AC soustavy.
2. Bod měření je v blízkosti silových AC svorek zkoušeného zařízení.
3. Měřicí okno 1/2 perioda systémové frekvence (v soustavě s nominální frekvencí 50 Hz), se záznamem po sobě jdoucích 1/2 periodových (~10ms) hodnot.
4. Zaznamenávání frekvence, napětí (RMS), proudu (RMS), činného, jalového a zdánlivého výkonu v každé fázi.

### 7.5 Předpoklady

Schopnost dosáhnout nominální výkon střídače na AC výstupních svorkách.

Schopnost simulovat pokles napětí s tolerancemi pro souslednou složku napětí podle Obr. 12.



Obr. 12. Tolerance pro souslednou složku napětí při krátkodobém poklesu napětí

## 7.6 Zkušební procedura

1. Nastavení parametrů simulátoru FV pole tak, aby odpovídaly nominálnímu činnému výkonu na AC straně střídače s ohledem na proudové a napěťové rozsahy MPPT vstupů podle pokynů výrobce. Spuštění simulátoru.
2. Nastavení simulátoru sítě, spuštění záznamu měření a spuštění zkušební sekvence.
3. V úvodu sekvence jsou napětí a frekvence nastaveny na nominální hodnoty po nevyhnutně dlouhou dobu (dle parametrizace střídače) pro zabezpečení dostatečného časového prostoru na přifázování střídače a dosažení ustáleného stavu.
4. Po dosažení ustáleného stavu, kdy je střídač provozován s nominálním činným výkonem, následuje série 3-F symetrických krátkodobých poklesů napětí. Doba mezi jednotlivými poklesy je minimálně 1 min.

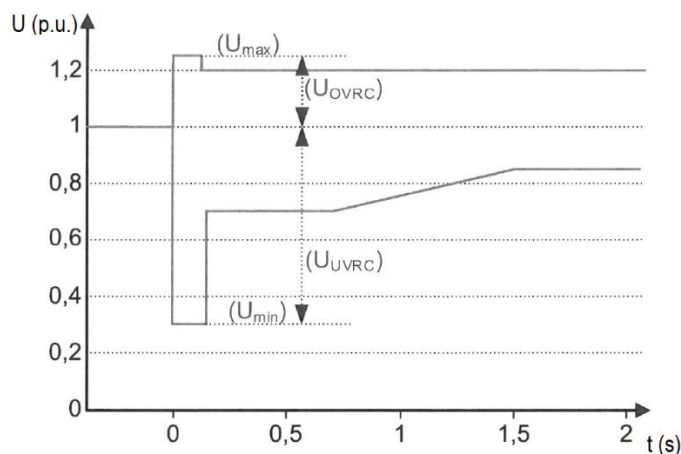
Počet bodů na křivce odolnosti (počet poklesů napětí s příslušnou magnitudou a dobou trvání) musí být volen s ohledem na její komplexnost tak, aby byla ověřovaná odolnost dostatečně prokázána.

Magnituda poklesů napětí  $U_{VD}$  se určí na základě vztahu:

$$U_{VD} = (U_{min} + k_{VD}U_{UVRC}) \pm 0.05U_n,$$

přičemž:

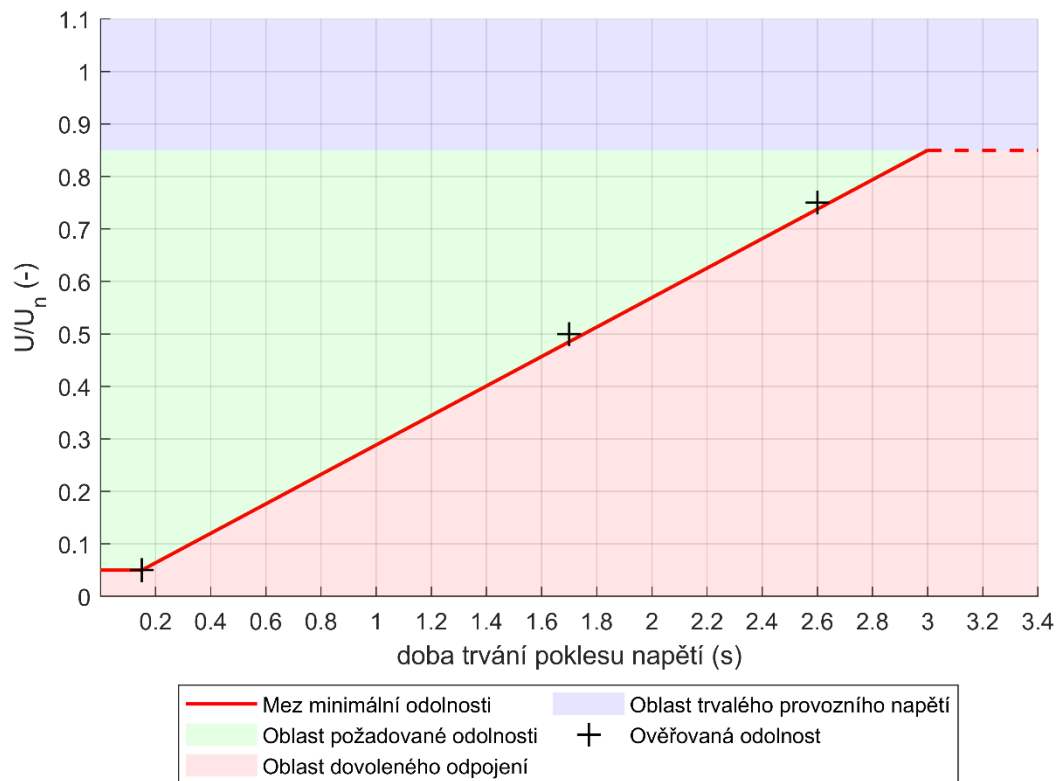
- $U_n$  – nominální napětí
  - $U_{min}$  je minimální napětí, které by měl být střídač schopen překlenout,
  - $k_{VD}$  je koeficient poklesu napětí určující magnitudu poklesu napětí, který se volí v rozsahu 0-0,9 v závislosti na křivce odolnosti a s ohledem na nastavení ochran,
  - $U_{UVRC}$  je rozsah napětí pro schopnost překlenout krátkodobý pokles napětí, který je možné určit jako  $U_{UVRC} = U_n - U_{min}$  (Obr. 13).
5. Sérii krátkodobých poklesů napětí navržených podle bodu 4 zopakovat celkově 3x.
  6. Po uplynutí 1 min od odeznění posledního poklesu ukončení záznamu měření.



Obr. 13. Princip způsobu určení hodnot  $U_{UVRC}$  a  $U_{OVRC}$

Tab. 3. Příklad parametrů krátkodobých poklesů napětí zvolených pro ověření odolnosti

Označení poklesu napětí	Koeficient poklesu napětí $k_{VD}$ (-)	Velikost napětí při poklesu (p.u.)	Doba trvání (ms)
VD1	0	0,05	150
VD2	0,47	0,5	1700
VD3	0,74	0,75	2600



Obr. 14. Vyznačení příkladu zkušebních parametrů napěťových poklesů v prostoru křivky požadované minimální odolnosti

## 7.7 Vyhodnocení dat a akceptační kritérium

Na základě naměřených dat určit, jestli je zařízení schopné zůstat v provozu bez odpojení od sítě (odolat) při všech zkoušených poklesech napětí.

Výsledek zkoušky se považuje za vyhovující, když zařízení zůstane v provozu (nedojde k odpojení od sítě) v minimálně ve dvou ze tří sérii poklesů.

## 8 Překlenutí krátkodobého zvýšení napětí - OVRT

### 8.1 Cíl zkoušky

Cílem zkoušky je ověřit schopnost zařízení překlenout krátkodobé zvýšení napětí podle minimálních požadavků na odolnost definovaných v aktuálně platném vydání PPDS: P4.

### 8.2 Specifikace požadavků

Přehled relevantních požadavků kladených na VM kategorie A1 a A2 podle aktuálně platného vydání PPDS: P4 se nachází v Příloze C.

### 8.3 Zkušební zařízení a metoda pro posouzení souladu

Metoda aplikována v této zkoušce za účelem posouzení souladu je klasifikována jako „Test na systému pro výrobu elektřiny“ podle normy EN50549-10 [5].

Detailní popis zkušebního zařízení plně vybaveného pro výše uvedený typ posuzování souladu se nachází v Příloze B.

### 8.4 Měřicí zařízení

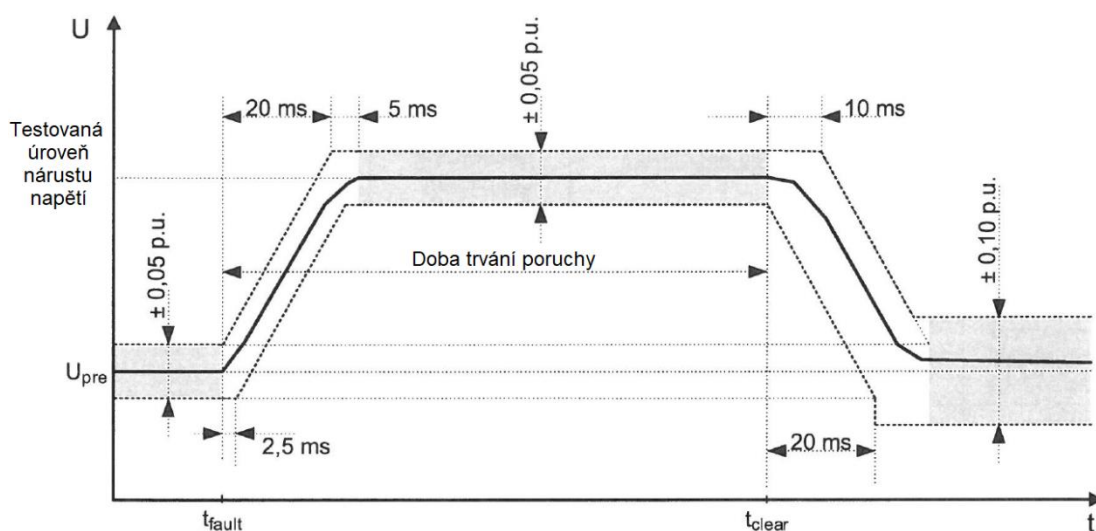
Výkonový analyzátor:

1. Systém měření dle určeného připojení zkoušeného zařízení do napájecí AC soustavy.
2. Bod měření je v blízkosti silových AC svorek zkoušeného zařízení.
3. Měřicí okno 1/2 perioda systémové frekvence (v soustavě s nominální frekvencí 50 Hz), se záznamem po sobě jdoucích 1/2 periodových (~10ms) hodnot.
4. Zaznamenávání frekvence, napětí (RMS), proudu (RMS), činného, jalového a zdánlivého výkonu v každé fázi.

### 8.5 Předpoklady

Schopnost dosáhnout nominální výkon střídače na AC výstupních svorkách.

Schopnost simulovat nárůst napětí s tolerancemi pro souslednou složku napětí podle Obr. 15.



Obr. 15. Tolerance pro souslednou složku napětí při krátkodobém zvýšení napětí

## 8.6 Zkušební procedura

1. Nastavení parametrů simulátoru FV pole tak, aby odpovídaly nominálnímu činnému výkonu na AC straně střídače s ohledem na proudové a napěťové rozsahy MPPT vstupů podle pokynů výrobce. Spuštění simulátoru.
2. Nastavení simulátoru sítě, spuštění záznamu měření a spuštění zkušební sekvence.
3. V úvodu sekvence jsou napětí a frekvence nastaveny na nominální hodnoty po nevyhnutně dlouhou dobu (dle parametrizace střídače) pro zabezpečení dostatečného časového prostoru na přifázování střídače a dosažení ustáleného stavu.
4. Po dosažení ustáleného stavu, kdy je střídač provozován s nominálním činným výkonem, následuje série 3-F symetrických krátkodobých nárůstů napětí. Doba mezi jednotlivými nárůsty je minimálně 1 min.

Počet bodů na křivce odolnosti (počet nárůstů napětí s příslušnou magnitudou a dobou trvání) musí být volen s ohledem na její komplexnost tak, aby byla ověřovaná odolnost dostatečně prokázána.

Magnituda nárůstů napětí  $U_{VD}$  se určí na základě vztahu:

$$U_{VS} = (U_n + k_{VS}U_{OVRC}) \pm 0.05U_n,$$

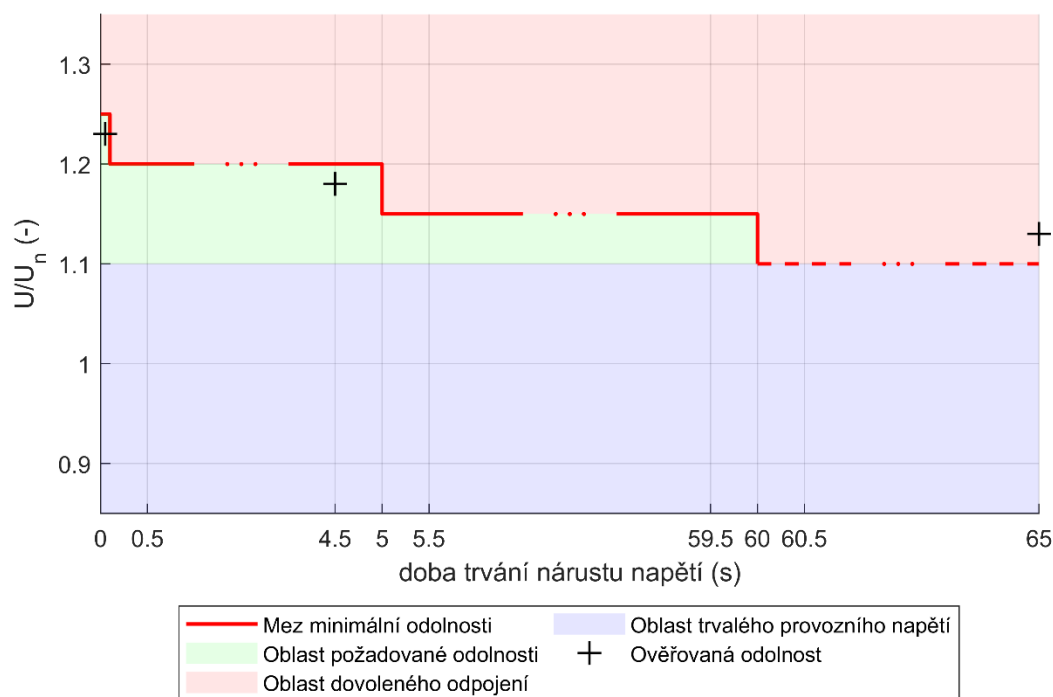
přičemž:

- $U_n$  – nominální napětí
  - $k_{VS}$  je koeficient nárůstu napětí určující velikost zvýšení napětí, který se volí v rozsahu 0,4-1 v závislosti na křivce odolnosti a s ohledem na nastavení ochran,
  - $U_{OVRC}$  je rozsah napětí pro schopnost překlenout krátkodobý nárůst napětí, který je možné určit jako  $U_{OVRC} = U_{max} - U_n$  (Obr. 13),
  - $U_{max}$  je maximální napětí, které by měl být střídač schopen překlenout.
5. Sérii krátkodobých nárůstů napětí navržených podle bodu 4 zopakovat celkově 3x.
  6. Po uplynutí 1 min od odeznění posledního nárůstu ukončení záznamu měření.

Tab. 4. Příklad krátkodobých zvýšení napětí zvolených pro ověření odolnosti

Označení zvýšení napětí	Koeficient nárůstu napětí $k_{vs}$ (-)	Magnituda napětí při nárůstu (p.u.)	Doba trvání (ms)
VS1	0,92	1,23	50
VS2	0,72	1,18	4500
VS3	0,52	1,13	65000





Obr. 16. Význačení příkladů zkušebních parametrů krátkodobých zvýšení napětí v prostoru křivky odolnosti

## 8.7 Vyhodnocení dat a akceptační kritérium

Na základě naměřených dat určit, jestli je zařízení schopné zůstat v provozu bez odpojení od sítě (odolat) při všech zkoušených krátkodobých zvýšeních napětí.

Výsledek zkoušky se považuje za vyhovující, když zařízení zůstane v provozu (nedojde k odpojení od sítě) v minimálně ve dvou ze tří sérií zvýšení napětí.

## 9 Obnova činného výkonu po poruše

### 9.1 Cíl zkoušky

Cílem zkoušky je ověřit schopnost zařízení obnovit činný výkon na výstupních svorkách po poruše na předepsanou úroveň a za předepsanou dobu podle požadavků definovaných v aktuálně platném vydání PPDS: P4.

### 9.2 Specifikace požadavků

Přehled relevantních požadavků kladených na VM kategorie A1 a A2 podle aktuálně platného vydání PPDS: P4 se nachází v Příloze C.

### 9.3 Zkušební zařízení a metoda pro posouzení souladu

Metoda aplikována v této zkoušce za účelem posouzení souladu je klasifikována jako „Test na systému pro výrobu elektřiny“ podle normy EN50549-10 [5].

Detailní popis zkušebního zařízení plně vybaveného pro výše uvedený typ posuzování souladu se nachází v Příloze B.

### 9.4 Měřicí zařízení

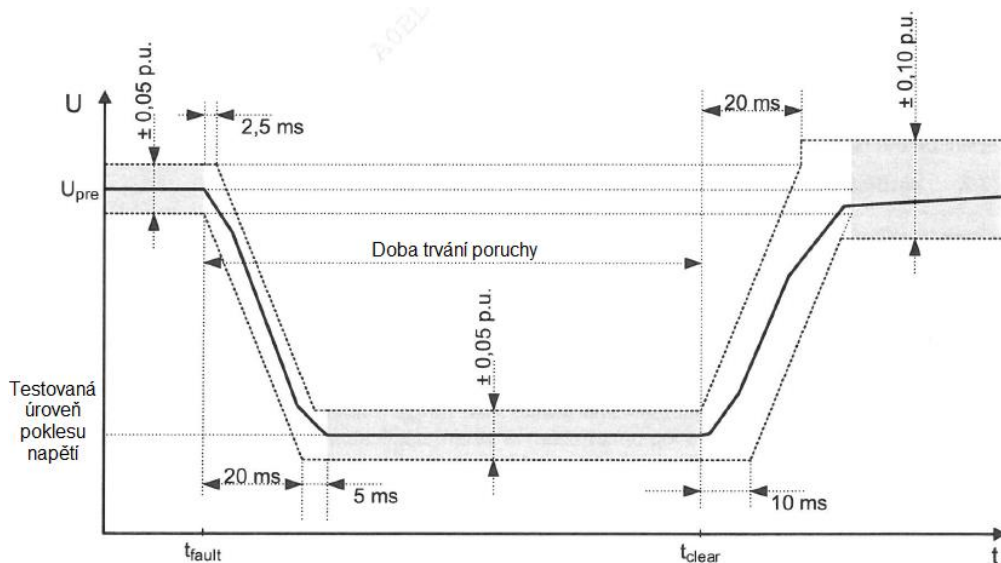
Výkonový analyzátor:

1. Systém měření dle určeného připojení zkoušeného zařízení do napájecí AC soustavy.
2. Bod měření je v blízkosti silových AC svorek zkoušeného zařízení.
3. Měřicí okno 1/2 perioda systémové frekvence (v soustavě s nominální frekvencí 50 Hz), se záznamem po sobě jdoucích 1/2 periodových (~10ms) hodnot.
4. Zaznamenávání frekvence, napětí (RMS), proudu (RMS), činného, jalového a zdánlivého výkonu v každé fázi.

### 9.5 Předpoklady

Schopnost dosáhnout nominální výkon střídače na AC výstupních svorkách.

Schopnost simulovat pokles napětí s tolerancemi pro souslednou složku napětí podle Obr. 17.



Obr. 17. Tolerance pro souslednou složku napětí při krátkodobém poklesu napětí

---

## 9.6 Zkušební procedura

1. Nastavení parametrů simulátoru FV pole tak, aby odpovídaly nominálnímu činnému výkonu na AC straně střídače s ohledem na proudové a napěťové rozsahy MPPT vstupů podle pokynů výrobce. Spuštění simulátoru.
2. Nastavení simulátoru sítě, spuštění záznamu měření a spuštění zkušební sekvence.
3. V úvodu sekvence jsou napětí a frekvence nastaveny na nominální hodnoty po nevyhnutně dlouhou dobu (dle parametrizace střídače) pro zabezpečení dostatečného časového prostoru na přifázování střídače a dosažení ustáleného stavu.
4. Po dosažení ustáleného stavu, kdy je střídač provozován s nominálním činným výkonem, následuje simulace poruchy pomocí krátkodobého 3-F symetrického poklesu napětí. Magnituda a doba trvání poklesu napětí musí být volena v blízkosti limitních hodnot s ohledem na předepsanou křivku odolnosti zkoušeného střídače.
5. Po uplynutí 1 min od odeznění poklesu ukončení záznamu měření.

---

## 9.7 Vyhodnocení dat a akceptační kritérium

Na základě naměřených dat určit, zda střídač po poruše obnovil dodávku činného výkonu na původní hodnotu v rámci předepsané tolerance. Pokud k obnovení činného výkonu dojde, určit dobu obnovy. Doba obnovy je čas, měřený od okamžiku obnovení napětí na definovanou úroveň do okamžiku, kdy činný výkon na výstupních svorkách střídače opětovně dosáhne tolerančního pásma hodnoty před poruchou. Doba obnovy, předepsaná úroveň napětí pro obnovení a tolerance činného výkonu vychází z požadavků definovaných v aktuálně platném vydání PPDS: P4.

Výsledek zkoušky se považuje za vyhovující, pokud platí, že:

- střídač je schopen obnovit dodávku činného výkonu po poruše na původní hodnotu v rámci předepsané tolerance,
- naměřená doba obnovy je nižší nebo rovná požadované době pro obnovení činného výkonu po poruše.

## 10 Odezva výkonu na nadfrekvenci - P(f)

### 10.1 Cíl zkoušky

Cílem série zkoušek je ověřit, zda je odezva činného výkonu střídače při zvýšené frekvenci v souladu s aktuálně platnými požadavky PPDS: P4.

Mezi sledované a vyhodnocované parametry a vlastnosti patří:

- Přesnost regulace činného výkonu při vybraných frekvencích a disponibilních výkonech ve vztahu k regulačním charakteristikám určeným na základě statiky a referenčního výkonu,
- rozmezí frekvencí, ve kterém se nachází prahová hodnota pro aktivaci a deaktivaci funkce,
- rychlost nárůstu výkonu na disponibilní výkon po deaktivaci funkce,
- ověření uplatnění regulační charakteristiky vypočtené na základě referenčního výkonu a statiky jako maximálního výkonového limitu až do okamžiku deaktivace funkce bez ohledu na nárůst disponibilního výkonu v době, kdy je funkce aktivní.

### 10.2 Specifikace požadavků

Přehled relevantních požadavků kladených na VM kategorie A1 a A2 podle aktuálně platného vydání PPDS: P4 se nachází v Příloze C.

### 10.3 Zkušební zařízení a metoda pro posouzení souladu

Metoda aplikována v této zkoušce za účelem posouzení souladu je klasifikována jako „Test na systému pro výrobu elektřiny“ podle normy EN50549-10 [5].

Detailní popis zkušebního zařízení plně vybaveného pro výše uvedený typ posuzování souladu se nachází v Příloze B.

### 10.4 Měřicí zařízení

Výkonový analyzátor:

1. Systém měření dle určeného připojení zkoušeného zařízení do napájecí AC soustavy.
2. Bod měření je v blízkosti silových AC svorek zkoušeného zařízení.
3. Měřicí okno 2,5 periody systémové frekvence (v soustavě s nominální frekvencí 50 Hz), se záznamem po sobě jdoucích 2,5 periodových (~50ms) hodnot.
4. Zaznamenávání frekvence, napětí (RMS), proudu (RMS), činného, jalového a zdánlivého výkonu v každé fázi.

### 10.5 Předpoklady

Ochranné funkce, které by potenciálně mohly ovlivnit výsledky zkoušek, musí být deaktivovány.

Schopnost dosáhnout nominální výkon a 50 % nominálního výkonu na AC výstupních svorkách střídače.

### 10.6 Zkušební procedura

#### 10.6.1 Zkouška pro ověření parametrů odezvy s $P = 100 \% P_n$

1. Nastavení parametrů simulátoru FV pole tak, aby odpovídaly nominálnímu činnému výkonu na AC straně střídače s ohledem na proudové a napěťové rozsahy MPPT vstupů podle pokynů výrobce. Spuštění simulátoru.
2. Nastavení simulátoru sítě, spuštění záznamu měření a spuštění zkušební sekvence.

3. V úvodu sekvence jsou napětí a frekvence nastaveny na nominální hodnoty po nevyhnutně dlouhou dobu (dle parametrizace střídače) pro zabezpečení dostatečného časového prostoru na přifázování střídače a dosažení ustáleného stavu.
4. Po dosažení ustáleného stavu následuje zvyšování frekvence (ROCOF=1 Hz/s), celkem v čtyřech krocích (Obr. 18), kdy frekvence nabývá hodnot  $f_2$  až  $f_5$  podle níže uvedené logiky:
  - $f_1=50$  Hz
  - $f_2=50 < f_{STOP} < f_2 < f_{TH}$
  - $f_3=f_{TH} < f_3 < f_4$
  - $f_4=f_3 < f_4 < f_{MAX}^a$
  - $f_5=f_{MAX}^a$

kde:

- $f_{TH}$  = prahová hodnota frekvence pro aktivaci funkce podle aktuálně platného vydání PPDS: P4
- $f_{STOP}$  = prahová hodnota frekvence pro deaktivaci funkce podle aktuálně platného vydání PPDS: P4
- $f_{MAX}$  = maximální frekvence z trvalého provozního rozsahu s ohledem na nastavení nadfrekvenčních ochran

Minimální doba trvání všech kroků je konstantní a určí se podle následujícího vztahu:

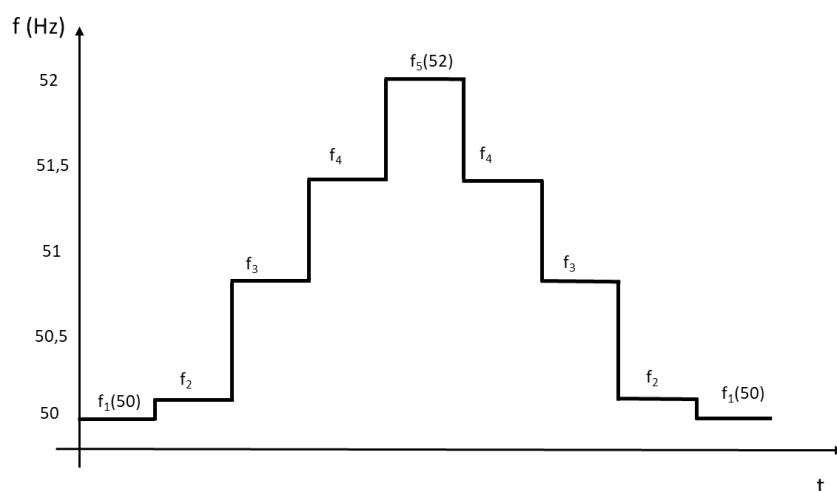
$$T_f = T_{sr} + 1 \text{ min},$$

kde:

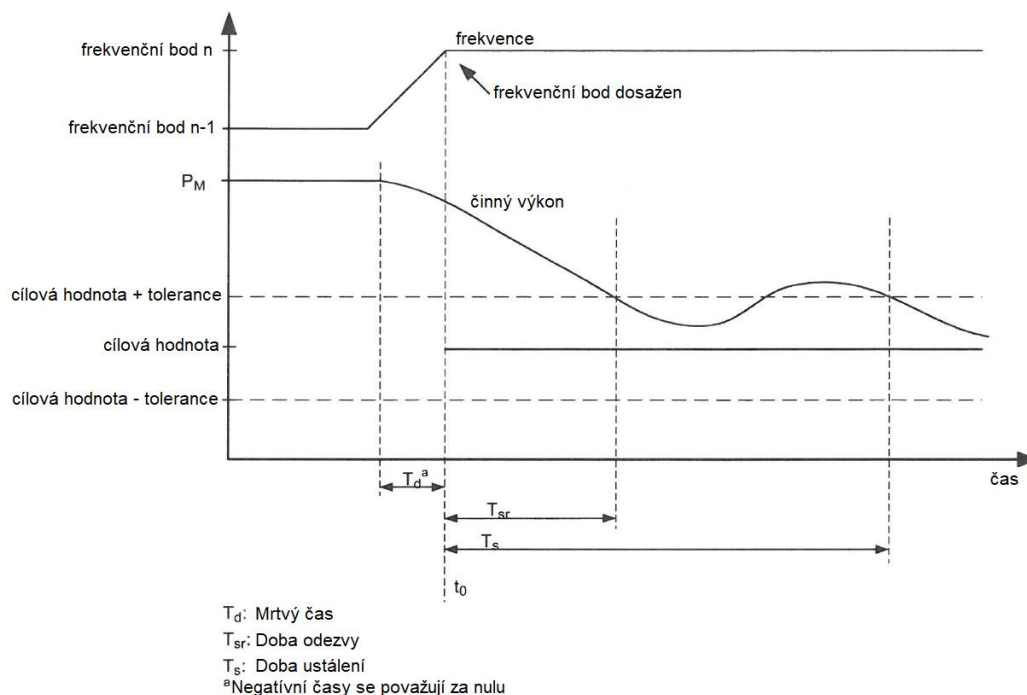
- $T_f$  – minimální doba trvání všech ověřovaných frekvenčních bodů (kroků zkušební sekvence),
- $T_{sr}$  – doba odezvy.

Doba odezvy představuje dobu od dosažení cílové frekvence po okamžik, kdy činný výkon poprvé dosáhne toleranční pásma žádané hodnoty (Obr. 19).

5. Po uplynutí doby  $T_f$  od poslední změny následuje snižování frekvence (ROCOF=1 Hz/s), opětovně v čtyřech krocích se stejnou dobou trvání rovnající se  $T_f$  (princip znázorněn na Obr. 18) z hodnoty  $f_5$  na hodnotu  $f_1$  podle bodu 4.
6. Po uplynutí doby  $T_f$  od okamžiku návratu frekvence na nominální hodnotu ( $f_1$ ) v posledním kroku ukončení záznamu a měření.



Obr. 18. Příklad změn frekvence v průběhu zkušební sekvence



Obr. 19. Příklad snížení činného výkonu v reakci na zvýšení frekvence

### 10.6.2 Zkouška pro ověření parametrů odezvy s $P = 50 \% P_n$

1. Nastavení parametrů simulátoru FV pole tak, aby odpovídaly 50 % nominálního činného výkonu na AC straně střídače s ohledem na proudové a napěťové rozsahy MPPT vstupů podle pokynů výrobce. Spuštění simulátoru.
2. Nastavení simulátoru sítě, spuštění záznamu měření a spuštění zkušební sekvence.
3. V úvodu sekvence jsou napětí a frekvence nastaveny na nominální hodnoty po nevyhnutně dlouhou dobu (dle parametrizace střídače) pro zabezpečení dostatečného časového prostoru na přifázování střídače a dosažení ustáleného stavu.
4. Po dosažení ustáleného stavu následuje zvyšování frekvence (ROCOF=1 Hz/s), celkem v čtyřech krocích (Obr. 18), kdy frekvence nabývá hodnot  $f_2$  až  $f_5$ :
  - $f_1 = 50 \text{ Hz}$
  - $f_2 = 50 < f_{STOP} < f_2 < f_{TH}$
  - $f_3 = f_{TH} < f_3 < f_4$
  - $f_4 = f_3 < f_4 < f_{MAX}^a$
  - $f_5 = f_{MAX}^a$

kde:

- $f_{TH}$  = prahová hodnota frekvence pro aktivaci funkce podle aktuálně platného vydání PPDS: P4
- $f_{STOP}$  = prahová hodnota frekvence pro deaktivaci funkce podle aktuálně platného vydání PPDS: P4
- $f_{MAX}$  = maximální frekvence z trvalého provozního rozsahu s ohledem na nastavení nadfrekvenčních ochran

Minimální doba trvání všech kroků je konstantní a určí se podle následujícího vztahu:

$$T_f = T_{sr} + 1 \text{ min},$$

kde:

- $T_f$  – minimální doba trvání všech ověřovaných frekvenčních bodů (kroků zkušební sekvence),

- $T_{sr}$  – doba odezvy na skokovou změnu frekvence.

Doba odezvy představuje dobu od dosažení cílové frekvence po okamžik, kdy činný výkon poprvé dosáhne toleranční pásma žádané hodnoty (Obr. 19).

- Po uplynutí doby  $T_f$  od poslední změny následuje snižování frekvence (ROCOF=1 Hz/s), opětovně v čtyřech krocích se stejnou dobou trvání rovnající se  $T_f$  (princip znázorněn na Obr. 18) z hodnoty  $f_5$  na hodnotu  $f_1$  podle bodu 4.
- Po uplynutí doby  $T_f$  od okamžiku návratu frekvence na nominální hodnotu ( $f_1$ ) v posledním kroku ukončení záznamu a měření.

### 10.6.3 Zkouška pro ověření výkonového limitu po aktivaci funkce

- Nastavení parametrů simulátoru FV pole tak, aby odpovídaly 50% nominálního činného výkonu na AC straně střídače s ohledem na proudové a napěťové rozsahy MPPT vstupů podle pokynů výrobce. Spuštění simulátoru.
- Snížit výkon simulátoru FV pole snížením proudu tak, aby proud odpovídal 50% nominálního činného výkonu na AC straně střídače.
- Nastavení simulátoru sítě, spuštění záznamu měření a spuštění zkušební sekvence.
- V úvodu sekvence jsou napětí a frekvence nastaveny na nominální hodnoty po nevyhnutně dlouhou dobu (dle parametrizace střídače) pro zabezpečení dostatečného časového prostoru na přifázování střídače a dosažení ustáleného stavu.
- Po dosažení ustáleného stavu následuje zvýšení frekvence na hodnotu  $f_4$  (ROCOF=1 Hz/s) za účelem aktivace funkce odezvy činného výkonu při nadfrekvenci.
- Po uplynutí minimální doby trvání  $T_f$  od změny frekvence zvýšit výkon simulátoru FV pole zvýšením proudu tak, aby proud odpovídal 100% nominálního činného výkonu na AC straně střídače.

Minimální doba trvání se určí podle následujícího vztahu:

$$T_f = T_{sr} + 1 \text{ min,}$$

kde:

$T_f$  – minimální doba trvání

$T_{sr}$  – doba odezvy.

Doba odezvy představuje dobu od dosažení cílové frekvence po okamžik, kdy činný výkon poprvé dosáhne toleranční pásma žádané hodnoty (Obr. 19).

- Po uplynutí  $T_f$  od okamžiku zvýšení výkonu FV pole ukončení záznamu a měření.

## 10.7 Vyhodnocení dat a akceptační kritérium

Na základě naměřených dat určit rozmezí frekvencí, ve kterých se nachází prahová hodnota pro aktivaci a deaktivaci funkce, vypočítat 1 minutové průměrné hodnoty činného výkonu po uplynutí doby ustálení  $T_{sr}$  pro všechny ověřované úrovně frekvence, vypočítat rychlost nárůstu výkonu na disponibilní výkon po deaktivaci funkce. Dále určit, jestli nedošlo k nárůstu výstupního výkonu střídače při zvýšení disponibilního výkonu během aktivované funkce.

Výsledek zkoušky se považuje za vyhovující, pokud jsou parametry odezvy v souladu s aktuálně platnými požadavky PPDS:P4, a tedy:

- k aktivaci a deaktivaci funkce dojde v správném rozmezí frekvencí ( $f_2-f_3$  resp.  $f_1-f_2$ ),
- odchylka 1minutových středních hodnot od očekávaného výkonu, který je daný požadovanou statistikou a referenčním výkonem, není vyšší než 10 % $P_n$  pro všechny ověřované úrovně frekvence (Obr. 20),





## 11 Napětově závislý režim řízení - Q(U)

### 11.1 Cíl zkoušky

Cílem zkoušky je ověření statické přesnosti nastavování hodnot jalového výkonu podle Q(U) charakteristiky v napětově závislém režimu řízení.

### 11.2 Specifikace požadavků

Přehled relevantních požadavků kladených na VM kategorie A1 a A2 podle aktuálně platného vydání PPDS: P4 se nachází v Příloze C.

### 11.3 Zkušební zařízení a metoda pro posouzení souladu

Metoda aplikována v této zkoušce za účelem posouzení souladu je klasifikována jako „Test na systému pro výrobu elektřiny“ podle normy EN50549-10 [5].

Detailní popis zkušebního zařízení plně vybaveného pro výše uvedený typ posuzování souladu se nachází v Příloze B.

### 11.4 Měřicí zařízení

Výkonový analyzátor:

1. Systém měření dle určeného připojení zkoušeného zařízení do napájecí AC soustavy.
2. Bod měření je v blízkosti silových AC svorek zkoušeného zařízení.
3. Měřicí okno 2,5 periody systémové frekvence (v soustavě s nominální frekvencí 50 Hz), se záznamem po sobě jdoucích 2,5 periodových (~50ms) hodnot.
4. Zaznamenávání frekvence, napětí (RMS), proudu (RMS), činného, jalového a zdánlivého výkonu v každé fázi.

### 11.5 Předpoklady

Schopnost dosáhnout nominální výkon střídače na AC straně.

### 11.6 Zkušební procedura

1. Nastavení parametrů simulátoru FV pole tak, aby odpovídali nominálnímu činnému výkonu na AC straně střídače s ohledem na proudové a napětové rozsahy MPPT vstupů podle pokynů výrobce. Spuštění simulátoru.
2. Nastavení simulátoru sítě, spuštění záznamu měření a spuštění zkušební sekvence.
3. V úvodu sekvence jsou napětí a frekvence nastaveny na nominální hodnoty po nevyhnutně dlouhou dobu (dle parametrizace střídače) pro zabezpečení dostatečného časového prostoru na přifázování střídače a dosažení ustáleného stavu.
4. Po 1 min od dosažení ustáleného stavu, kdy je střídač provozován s nominálním činným výkonem, následuje série nárůstů napětí s rychlostí změny 1 V/s, krokem  $\Delta U_{QU}$ , a dobou trvání  $T_{QU}$ , až do hodnoty 115 % $U_n$  nebo po horní mez trvalého provozního rozsahu napětí (aplikuje se nižší hodnota).
5. Po uplynutí  $T_{QU}$  od posledního nárůstu napětí následuje série poklesů napětí, opět s rychlostí změny 1 V/s, krokem  $\Delta U_{QU}$ , a dobou trvání  $T_{QU}$ , až do hodnoty 85 % $U_n$  nebo po dolní mez trvalého provozního rozsahu napětí (aplikuje se vyšší hodnota).
6. Po uplynutí  $T_{QU}$  od posledního poklesu napětí následuje série nárůstů napětí, opět s rychlostí změny 1 V/s, krokem  $\Delta U_{QU}$ , a dobou trvání  $T_{QU}$ , až do hodnoty 100 % $U_n$ .
7. Po uplynutí  $T_{QU}$  od posledního nárůstu napětí následuje ukončení záznamu a měření.

Určení kroku změny napětí  $U_{QU}$  pro ověření:

- $\Delta U_{QU}$  – libovolný variabilní nebo fixní krok změny napětí, maximálně však  $3\%U_n$ , který zabezpečí, že každá lineární část  $Q(U)$  charakteristiky bude ověřena minimálně pro dvě úrovně napětí.

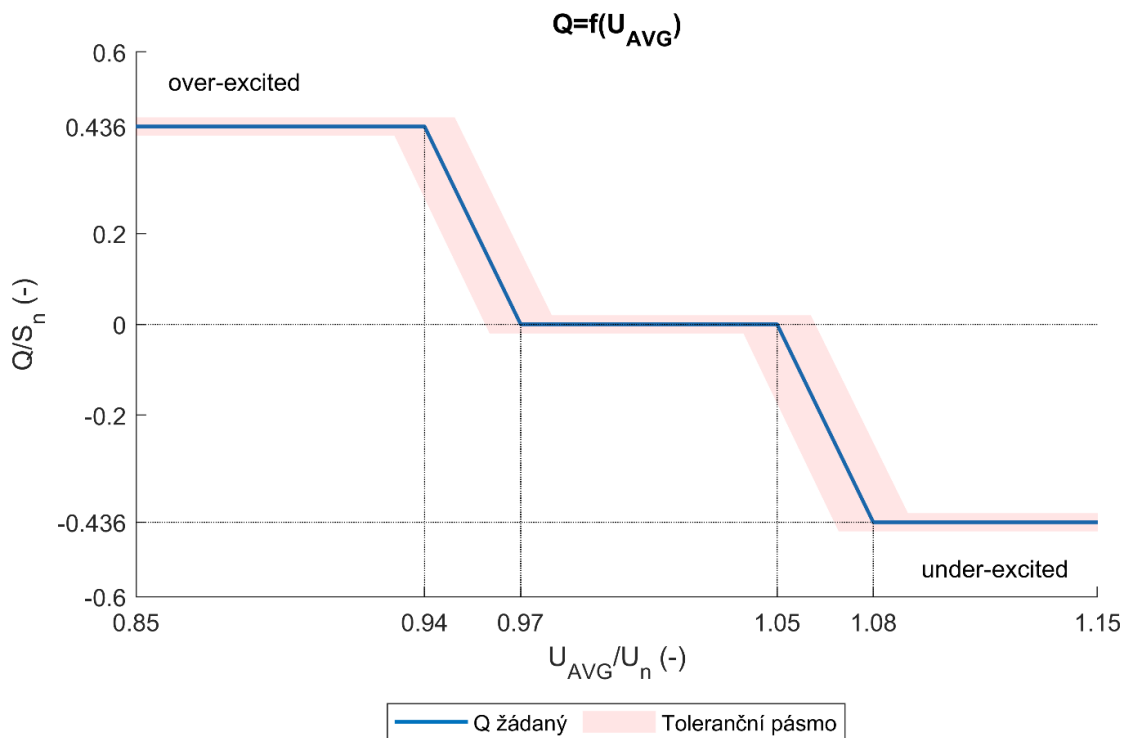
Určení doby trvání jedné napět'ové úrovně  $T_{QU}$  pro ověření:

- $T_{QU}$  – doba stanovená na základě předepsaných dynamických parametrů odezvy jalového výkonu tak, aby bylo možné po všech změnách napětí vypočítat 30s průměrné hodnoty jalového výkonu, počítané od okamžiku, kdy jalový výkon poprvé dosáhne cílovou hodnotu  $\pm 2\%P_n$ .

## 11.7 Vyhodnocení dat a akceptační kritérium

Z naměřených dat zpracovat 30s průměrné hodnoty jalového výkonu, počítané od okamžiku, kdy jalový výkon poprvé dosáhne cílovou hodnotu  $\pm 2\%P_n$ . Zpracovat závislost jalového výkonu na napětí (30s průměrné hodnoty) v ustáleném stavu.

Výsledek zkoušky se považuje za vyhovující, pokud jalový výkon respektuje regulační charakteristiku s dovolenou odchylkou  $\pm 2\%S_{\max}$  a  $\pm 1\%U_n$  (Obr. 21).



Obr. 21.  $Q(U)$  regulační charakteristika s vyznačením tolerančního pásma

## 12 Dynamické chování - Q(U)

### 12.1 Cíl zkoušky

Cílem zkoušky je vyhodnotit dynamické vlastnosti odezvy jalového výkonu na změny napětí v napěťově závislém režimu řízení.

### 12.2 Specifikace požadavků

Přehled relevantních požadavků kladených na VM kategorie A1 a A2 podle aktuálně platného vydání PPDS: P4 se nachází v Příloze C.

### 12.3 Zkušební zařízení a metoda pro posouzení souladu

Metoda aplikována v této zkoušce za účelem posouzení souladu je klasifikována jako „Test na systému pro výrobu elektřiny“ podle normy EN50549-10 [5].

Detailní popis zkušebního zařízení plně vybaveného pro výše uvedený typ posuzování souladu se nachází v Příloze B.

### 12.4 Měřicí zařízení

Výkonový analyzátor:

1. Systém měření dle určeného připojení zkoušeného zařízení do napájecí AC soustavy.
2. Bod měření je v blízkosti silových AC svorek zkoušeného zařízení.
3. Měřicí okno 1/2 perioda systémové frekvence (v soustavě s nominální frekvencí 50 Hz), se záznamem po sobě jdoucích 1/2 periodových (~10ms) hodnot.
4. Zaznamenávání frekvence, napětí (RMS), proudu (RMS), činného, jalového a zdánlivého výkonu v každé fázi.

### 12.5 Předpoklady

Schopnost dosáhnout nominální výkon střídače na AC výstupních svorkách.

### 12.6 Zkušební procedura

1. Nastavení parametrů simulátoru FV pole tak, aby odpovídali nominálnímu činnému výkonu na AC straně střídače s ohledem na proudové a napěťové rozsahy MPPT vstupů podle pokynů výrobce. Spuštění simulátoru.
2. Nastavení simulátoru sítě, spuštění záznamu měření a spuštění zkušební sekvence.
3. V úvodu sekvence jsou napětí a frekvence nastaveny na nominální hodnoty po nevyhnutně dlouhou dobu (dle parametrizace střídače) pro zabezpečení dostatečného časového prostoru na přifázování střídače a dosažení ustáleného stavu.
4. Po 1 min od dosažení ustáleného stavu, kdy je střídač provozován s nominálním činným výkonem, následuje skokový nárůst napětí na hodnotu  $U_{QUMAX}$  s dobou trvání  $T_{QUMAX}$ .
5. Po uplynutí doby  $T_{QUMAX}$  od předchozího nárůstu napětí následuje další skokový nárůst na hodnotu  $U_{PU_0}$  s dobou trvání  $T_{PU_0}$ .
6. Po uplynutí doby  $T_{PU_0}$  od předchozího nárůstu napětí ukončení záznamu měření.

Určení napětí  $U_{QUMAX}$  a  $U_{PU_0}$ :

- $U_{QUMAX}$  – hodnota napětí, která vyvolá maximální odběr jalového výkonu podle požadované Q(U) charakteristiky
- $U_{PU_0}$  – hodnota napětí, která vyvolá omezení dodávky činného výkonu na nulovou hodnotu podle požadované P(U) charakteristiky

Určení doby  $T_{QUMAX}$  a  $T_{PU_0}$ :

- $T_{QUMAX}$  – doba odezvy jalového výkonu  $T_{SR\_QU}$  v reakci na skokovou změnu napětí + doba potřebná pro vyhodnocení aktuálně platných požadavků na dynamické parametry odezvy
- $T_{PU_0}$  – doba odezvy činného výkonu  $T_{SR\_PU}$  v reakci na skokovou změnu napětí + doba potřebná pro vyhodnocení aktuálně platných požadavků na dynamické parametry odezvy

Doba odezvy  $T_{SR\_QU}$  respektive  $T_{SR\_PU}$  představuje dobu od počátku skokové změny napětí po okamžik, kdy jalový respektive činný výkon poprvé dosáhne toleranční pásma žádané hodnoty.

---

## 12.7 Vyhodnocení dat a akceptační kritérium

Z naměřených dat určit dynamické parametry odezvy jalového výkonu na změny napětí potřebné pro vyhodnocení aktuálně platných požadavků PPDS: P4 kladených na dynamickou odezvu jalového výkonu (například časová konstanta, doba odezvy, doba ustálení, mrtvý čas nebo jakékoli jiné definované parametry).

Výsledek zkoušky se považuje za vyhovující, pokud vyhodnocované parametry odpovídají aktuálně platným požadavkům dle PPDS: P4 s požadovanou přesností.

## 13 Napětově závislé omezení činného výkonu - P(U)

### 13.1 Cíl zkoušky

Cílem zkoušky je ověření statické přesnosti nastavování hodnot činného výkonu podle P(U) charakteristiky při napětově závislém omezení činného výkonu.

### 13.2 Specifikace požadavků

Přehled relevantních požadavků kladených na VM kategorie A1 a A2 podle aktuálně platného vydání PPDS: P4 se nachází v Příloze C.

### 13.3 Zkušební zařízení a metoda pro posouzení souladu

Metoda aplikována v této zkoušce za účelem posouzení souladu je klasifikována jako „Test na systému pro výrobu elektřiny“ podle normy EN50549-10 [5].

Detailní popis zkušebního zařízení plně vybaveného pro výše uvedený typ posuzování souladu se nachází v Příloze B.

### 13.4 Měřicí zařízení

Výkonový analyzátor:

1. Systém měření dle určeného připojení zkoušeného zařízení do napájecí AC soustavy.
2. Bod měření je v blízkosti silových AC svorek zkoušeného zařízení.
3. Měřicí okno 2,5 periody systémové frekvence (v soustavě s nominální frekvencí 50 Hz), se záznamem po sobě jdoucích 2,5 periodových (~50ms) hodnot.
4. Zaznamenávání frekvence, napětí (RMS), proudu (RMS), činného, jalového a zdánlivého výkonu v každé fázi.

### 13.5 Předpoklady

Schopnost dosáhnout nominální výkon střídače na AC výstupních svorkách.

### 13.6 Zkušební procedura

1. Nastavení parametrů simulátoru FV pole tak, aby odpovídaly nominálnímu činnému výkonu na AC straně střídače s ohledem na proudové a napětově rozsahy MPPT vstupů podle pokynů výrobce. Spuštění simulátoru.
2. Nastavení simulátoru sítě, spuštění záznamu měření a spuštění zkušební sekvence.
3. V úvodu sekvence jsou napětí a frekvence nastaveny na nominální hodnoty po nevyhnutně dlouhou dobu (dle parametrizace střídače) pro zabezpečení dostatečného časového prostoru na přifázování střídače a dosažení ustáleného stavu.
4. Po 1 min od dosažení ustáleného stavu, kdy je střídač provozován s nominálním činným výkonem, následuje série nárůstů napětí s rychlostí změny 1 V/s, krokem  $\Delta U_{PU}$ , a dobou trvání  $T_{PU}$ , až do hodnoty 115 % $U_n$  nebo po horní mez trvalého provozního rozsahu napětí (aplikuje se nižší hodnota).
5. Po uplynutí  $T_{PU}$  od posledního nárůstu napětí následuje série poklesů napětí, opět s rychlostí změny 1 V/s, krokem  $\Delta U_{PU}$ , a dobou trvání  $T_{PU}$ , až do hodnoty 100 % $U_n$ .
6. Po uplynutí  $T_{QU}$  od posledního poklesu napětí následuje ukončení záznamu měření.

Určení kroku změny napětí  $U_{PU}$  pro ověření:

- $\Delta U_{PU}$  – libovolný variabilní nebo fixní krok změny napětí, maximálně však  $3\%U_n$ , který zabezpečí, že každá lineární část  $P(U)$  charakteristiky bude ověřena minimálně pro dvě úrovně napětí.

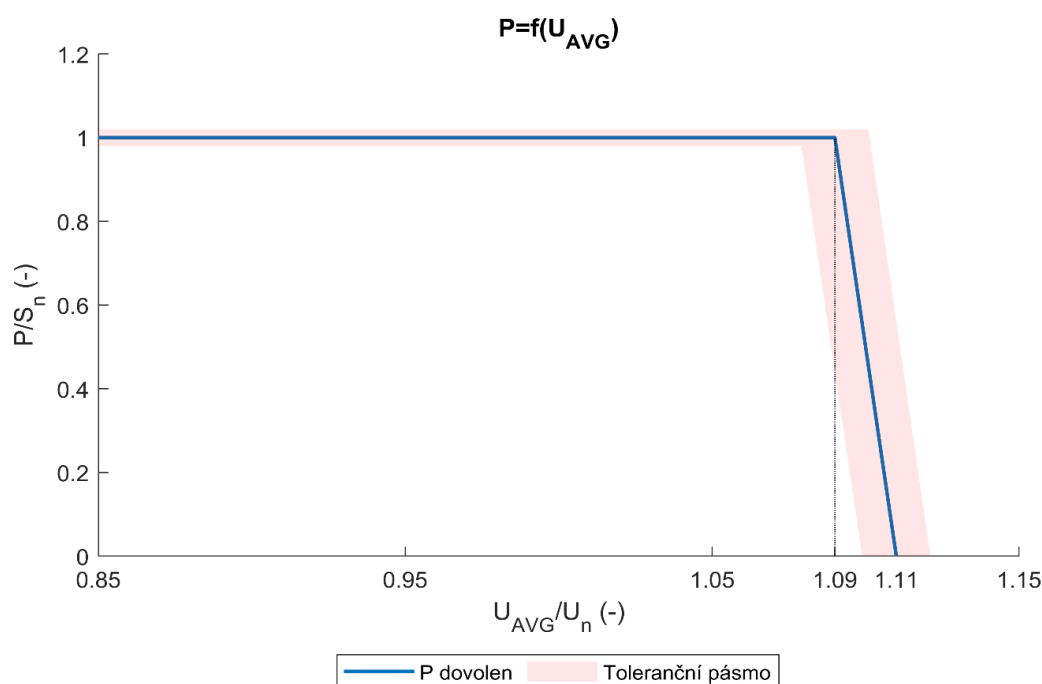
Určení doby trvání jedné napěťové úrovně  $T_{QU}$  pro ověření:

- $T_{PU}$  – doba stanovená na základě předepsaných dynamických parametrů odezvy činného tak, aby bylo možné po všech změnách napětí vypočítat 30s průměrné hodnoty činného výkonu, počítané od okamžiku, kdy činný výkon poprvé dosáhne cílovou hodnotu  $\pm 2\%P_n$ .

### 13.7 Vyhodnocení dat a akceptační kritérium

Z naměřených dat zpracovat 30s průměrné hodnoty činného výkonu, počítané od okamžiku, kdy činný výkon poprvé dosáhne cílovou hodnotu  $\pm 2\%P_n$ . Zpracovat závislost činného výkonu na napětí (30s průměrné hodnoty) v ustáleném stavu.

Výsledek zkoušky se považuje za vyhovující, pokud činný výkon respektuje regulační charakteristiku s dovolenou odchylkou  $\pm 2\%S_{max}$  a  $\pm 1\%U_n$  (Obr. 22).



Obr. 22.  $P(U)$  regulační charakteristika s vyznačením tolerančního pásma

## 14 Dynamické chování - P(U)

### 14.1 Cíl zkoušky

Cílem zkoušky je vyhodnotit dynamické vlastnosti odezvy činného výkonu na změnu napětí při napětově závislém omezení činného výkonu.

### 14.2 Specifikace požadavků

Přehled relevantních požadavků kladených na VM kategorie A1 a A2 podle aktuálně platného vydání PPDS: P4 se nachází v Příloze C.

### 14.3 Zkušební zařízení a metoda pro posouzení souladu

Metoda aplikována v této zkoušce za účelem posouzení souladu je klasifikována jako „Test na systému pro výrobu elektřiny“ podle normy EN50549-10 [5].

Detailní popis zkušebního zařízení plně vybaveného pro výše uvedený typ posuzování souladu se nachází v Příloze B.

### 14.4 Měřicí zařízení

Výkonový analyzátor:

1. Systém měření dle určeného připojení zkoušeného zařízení do napájecí AC soustavy.
2. Bod měření je v blízkosti silových AC svorek zkoušeného zařízení.
3. Měřicí okno 1/2 perioda systémové frekvence (v soustavě s nominální frekvencí 50 Hz), se záznamem po sobě jdoucích 1/2 periodových (~10ms) hodnot.
4. Zaznamenávání frekvence, napětí (RMS), proudu (RMS), činného, jalového a zdánlivého výkonu v každé fázi.

### 14.5 Předpoklady

Schopnost dosáhnout nominální výkon střídače na AC výstupních svorkách.

### 14.6 Zkušební procedura

1. Nastavení parametrů simulátoru FV pole tak, aby odpovídaly nominálnímu činnému výkonu na AC straně střídače s ohledem na proudové a napětové rozsahy MPPT vstupů podle pokynů výrobce. Spuštění simulátoru.
2. Nastavení simulátoru sítě, spuštění záznamu měření a spuštění zkušební sekvence.
3. V úvodu sekvence jsou napětí a frekvence nastaveny na nominální hodnoty po nevyhnutně dlouhou dobu (dle parametrizace střídače) pro zabezpečení dostatečného časového prostoru na přifázování střídače a dosažení ustáleného stavu.
4. Po 1 min od dosažení ustáleného stavu, kdy je střídač provozován s nominálním činným výkonem, následuje skokový nárůst napětí na hodnotu  $U_{QUMAX}$  s dobou trvání  $T_{QUMAX}$ .
5. Po uplynutí doby  $T_{QUMAX}$  od předchozího nárůstu napětí následuje další skokový nárůst na hodnotu  $U_{PU_0}$  s dobou trvání  $T_{PU_0}$ .
6. Po uplynutí doby  $T_{PU_0}$  od předchozího nárůstu napětí ukončení záznamu a měření.

Určení napětí  $U_{QUMAX}$  a  $U_{PU_0}$ :

- $U_{QUMAX}$  – hodnota napětí, která vyvolá maximální odběr jalového výkonu podle požadované Q(U) charakteristiky
- $U_{PU_0}$  – hodnota napětí, která vyvolá omezení dodávky činného výkonu na nulovou hodnotu podle požadované P(U) charakteristiky

Určení doby  $T_{QUMAX}$  a  $T_{PU_0}$ :

- $T_{QUMAX}$  – doba odezvy jalového výkonu  $T_{SR\_QU}$  v reakci na skokovou změnu napětí + doba potřebná pro vyhodnocení aktuálně platných požadavků na dynamické parametry odezvy
- $T_{PU_0}$  – doba odezvy činného výkonu  $T_{SR\_PU}$  v reakci na skokovou změnu napětí + doba potřebná pro vyhodnocení aktuálně platných požadavků na dynamické parametry odezvy

Doba odezvy  $T_{SR\_QU}$  respektive  $T_{SR\_PU}$  představuje dobu od počátku skokové změny napětí po okamžik, kdy jalový respektive činný výkon poprvé dosáhne toleranční pásma žádané hodnoty.

---

## 14.7 Vyhodnocení dat a akceptační kritérium

Z naměřených dat určit dynamické parametry odezvy činného výkonu na změnu napětí při napět'ově závislém omezování činného výkonu potřebné pro vyhodnocení aktuálně platných požadavků PPDS: P4 kladených na dynamickou odezvu činného výkonu (například časová konstanta, doba odezvy, doba ustálení, mrtvý čas nebo jakékoli jiné definované parametry).

Výsledek zkoušky se považuje za vyhovující, pokud vyhodnocované parametry odpovídají aktuálně platným požadavkům dle PPDS: P4 s požadovanou přesností.



## 15 Automatické připojení za normálních provozních podmínek

### 15.1 Cíl zkoušky

Cílem zkoušky je ověřit soulad chování střídače při spuštění výroby elektrické energie během normálních provozních podmínek s aktuálně platnými požadavky PPDS: P4. Mezi sledované parametry patří sledovací doba, horní a dolní meze pro frekvenci a napětí a rychlost nárůstu činného výkonu po přifázování střídače.

### 15.2 Specifikace požadavků

Přehled relevantních požadavků kladených na VM kategorie A1 a A2 podle aktuálně platného vydání PPDS: P4 se nachází v Příloze C.

### 15.3 Zkušební zařízení a metoda pro posouzení souladu

Metoda aplikována v této zkoušce za účelem posouzení souladu je klasifikována jako „Test na systému pro výrobu elektřiny“ podle normy EN50549-10 [5].

Detailní popis zkušebního zařízení plně vybaveného pro výše uvedený typ posuzování souladu se nachází v Příloze B.

### 15.4 Měřicí zařízení

Výkonový analyzátor:

1. Systém měření dle určeného připojení zkoušeného zařízení do napájecí AC soustavy.
2. Bod měření je v blízkosti silových AC svorek zkoušeného zařízení.
3. Měřicí okno 2,5 periody systémové frekvence (v soustavě s nominální frekvencí 50 Hz), se záznamem po sobě jdoucích 2,5 periodových (~50ms) hodnot.
4. Zaznamenávání frekvence, napětí (RMS), proudu (RMS), činného, jalového a zdánlivého výkonu v každé fázi.

### 15.5 Předpoklady

Schopnost dosáhnout nominální výkon střídače na AC straně.

### 15.6 Zkušební procedura

#### 15.6.1 Zkouška pro ověření mezí frekvence

1. Nastavení parametrů simulátoru FV pole tak, aby odpovídaly nominálnímu činnému výkonu na AC straně střídače s ohledem na proudové a napěťové rozsahy MPPT vstupů podle pokynů výrobce. Spuštění simulátoru.
2. Nastavení simulátoru sítě, spuštění záznamu měření a spuštění zkušební sekvence.
3. V úvodu sekvence jsou napětí a frekvence nastaveny na nominální hodnoty po nevyhnutně dlouhou dobu (dle parametrizace střídače) pro zabezpečení dostatečného časového prostoru na přifázování střídače a dosažení ustáleného stavu.
4. Po dosažení ustáleného stavu, kdy je střídač provozován s nominálním činným výkonem, je odeslán pokyn na přerušení dodávky činného výkonu. Alternativně lze dodávku činného výkonu přerušit odpojením zdroje.
5. Po jedné minutě od přerušení dodávky následuje snížení frekvence na hodnotu  $f_L$  po dobu rovnající se sledovací době  $T_S + 60$  s a odvolání pokynu na přerušení dodávky činného výkonu (alternativně připojení zdroje). Během této doby není dovoleno připojení k síti.

6. Po uplynutí sledovací doby  $T_S + 60$  s od okamžiku snížení frekvence následuje zvýšení frekvence na hodnotu  $f_H$  po dobu rovnající se sledovací době  $T_S + 60$  s. Během této doby také není dovoleno připojení k síti.
7. Po uplynutí sledovací doby  $T_S + 60$  s od zvýšení frekvence následuje návrat frekvence na nominální hodnotu 50 Hz po dobu  $T_C$ , která je potřebná pro automatické připojení a dosažení ustáleného stavu. Automatické opětovné připojení může nastat nejdříve po uplynutí sledovací doby  $T_S$  počítané od okamžiku návratu frekvence na nominální hodnotu.
8. 1 minutu po přifázování střídače a dosažení ustáleného stavu (dodávka činného výkonu odpovídá disponibilnímu výkonu – 100 % $P_n$ ) následuje ukončení záznamu a měření, nejpozději však po uplynutí  $T_C$  od okamžiku návratu frekvence na nominální hodnotu bez ohledu na chování střídače.

Určení hodnot frekvence  $f_L$  a  $f_H$  pro ověření:

- $f_L$  – dolní mez frekvence stanovená pro automatické připojení za normálních provozních podmínek podle aktuálně platných požadavků snížena o 50 mHz
- $f_H$  – horní mez frekvence stanovená pro automatické připojení za normálních provozních podmínek podle aktuálně platných požadavků zvýšena o 50 mHz

Určení sledovací doby  $T_S$  a doby potřebné pro připojení  $T_C$ :

- $T_S$  – doba rovnající se sledovací době pro automatické připojení za normálních provozních podmínek podle aktuálně platných požadavků
- $T_C$  – součet sledovací doby, doby potřebné pro náběh činného výkonu na nominální hodnotu (dosažení ustáleného stavu) a 20 min rezervy u regulovatelných střídačů, respektive součet sledovací doby, časového intervalu pro připojení a 20min rezervy u neregulovatelných nebo částečně regulovatelných střídačů.

### 15.6.2 Zkouška pro ověření mezí napětí

1. Nastavení parametrů simulátoru FV pole tak, aby odpovídaly nominálnímu činnému výkonu na AC straně střídače s ohledem na proudové a napěťové rozsahy MPPT vstupů podle pokynů výrobce. Spuštění simulátoru.
2. Nastavení simulátoru sítě, spuštění záznamu měření a spuštění zkušební sekvence.
3. V úvodu sekvence jsou napětí a frekvence nastaveny na nominální hodnoty po nevyhnutně dlouhou dobu (dle parametrizace střídače) pro zabezpečení dostatečného časového prostoru na přifázování střídače a dosažení ustáleného stavu.
4. Po dosažení ustáleného stavu, kdy je střídač provozován s nominálním činným výkonem, je odeslán pokyn na přerušení dodávky činného výkonu. Alternativně lze dodávku činného výkonu přerušit odpojením zdroje.
5. Po jedné minutě od přerušení dodávky následuje snížení napětí na hodnotu  $U_L$  po dobu rovnající se sledovací době  $T_S + 60$  s a odvolání pokynu na přerušení dodávky činného výkonu (alternativně připojení zdroje). Během této doby není dovoleno připojení k síti.
6. Po uplynutí sledovací doby  $T_S + 60$  s od okamžiku snížení napětí následuje zvýšení napětí na hodnotu  $U_H$  po dobu rovnající se sledovací době  $T_S + 60$  s. Během této doby také není dovoleno připojení k síti.
7. Po uplynutí sledovací doby  $T_S + 60$  s od zvýšení napětí následuje návrat napětí na nominální hodnotu po dobu  $T_C$ , která je potřebná pro automatické připojení a dosažení ustáleného stavu. Automatické opětovné připojení může nastat nejdříve po uplynutí sledovací doby  $T_S$  počítané od okamžiku návratu napětí na nominální hodnotu.
8. 1 minutu po přifázování střídače a dosažení ustáleného stavu (dodávka činného výkonu odpovídá disponibilnímu výkonu – 100 % $P_n$ ) následuje ukončení záznamu a měření, nejpozději

však po uplynutí  $T_C$  od okamžiku návratu napětí na nominální hodnotu bez ohledu na chování střídače.

Určení hodnot napětí  $U_L$  a  $U_H$  pro ověření:

- $U_L$  – dolní mez napětí stanovena pro automatické připojení za normálních provozních podmínek podle aktuálně platných požadavků snižena o 1 % $U_n$
- $U_H$  – horní mez napětí stanovena pro automatické připojení za normálních provozních podmínek podle aktuálně platných požadavků zvýšena o 1 % $U_n$ .

Určení sledovací doby  $T_S$  a doby potřebné pro připojení  $T_C$ :

- $T_S$  – doba rovnající se sledovací době pro automatické připojení za normálních provozních podmínek podle aktuálně platných požadavků
- $T_C$  – součet sledovací doby, doby potřebné pro náběh činného výkonu na nominální hodnotu (dosažení ustáleného stavu) a 20 min rezervy u regulovatelných střídačů, respektive součet sledovací doby, časového intervalu pro připojení a 20min rezervy u neregulovatelných nebo částečně regulovatelných střídačů.

---

## 15.7 Vyhodnocení dat a akceptační kritérium

Na základě naměřených dat určit z obou zkoušek prodlevu před připojením střídače (sledovací doba) od okamžiku návratu frekvence/napětí na nominální hodnotu v závěrečné fázi sekvence. Určit rychlost nárůstu činného výkonu (v %  $P_n$ /min) při náběhu výstupního výkonu na disponibilní výkon po obnovení dodávky.

Výsledek zkoušky se považuje za vyhovující, pokud je splněno následující:

- střídač nezahájí proces opětovného připojení, pokud je mimo dovolené napěťové nebo frekvenční meze,
- střídač se nepřipojí před uplynutím sledovací doby  $T_S$  za předpokladu, že napětí nebo frekvence jsou během sledovací doby neustále v povolených mezích,
- rychlost náběhu činného výkonu, vyhodnocovaná pro každou minutu, zůstává pod předepsanou limitní hodnotou s tolerancí +1 % $P_n$ /min nebo u neregulovatelných a částečně regulovatelných střídačů dojde k připojení v žádaném časovém intervalu nebo později.

## 16 Automatické připojení po poruše

### 16.1 Cíl zkoušky

Cílem zkoušky je ověřit soulad chování střídače při automatickém opětovném připojení po poruše s aktuálně platnými požadavky PPDS: P4. Mezi sledované parametry patří sledovací doba, horní a dolní meze pro frekvenci a napětí a rychlost nárůstu činného výkonu po přifázování střídače.

### 16.2 Specifikace požadavků

Přehled relevantních požadavků kladených na VM kategorie A1 a A2 podle aktuálně platného vydání PPDS: P4 se nachází v Příloze C.

### 16.3 Zkušební zařízení a metoda pro posouzení souladu

Metoda aplikována v této zkoušce za účelem posouzení souladu je klasifikována jako „Test na systému pro výrobu elektřiny“ podle normy EN50549-10 [5].

Detailní popis zkušebního zařízení plně vybaveného pro výše uvedený typ posuzování souladu se nachází v Příloze B.

### 16.4 Měřicí zařízení

Výkonový analyzátor:

1. Systém měření dle určeného připojení zkoušeného zařízení do napájecí AC soustavy.
2. Bod měření je v blízkosti silových AC svorek zkoušeného zařízení.
3. Měřicí okno 2,5 periody systémové frekvence (v soustavě s nominální frekvencí 50 Hz), se záznamem po sobě jdoucích 2,5 periodových (~50ms) hodnot.
4. Zaznamenávání frekvence, napětí (RMS), proudu (RMS), činného, jalového a zdánlivého výkonu v každé fázi.

### 16.5 Předpoklady

Schopnost dosáhnout nominální výkon střídače na AC straně.

### 16.6 Zkušební procedura

#### 16.6.1 Zkouška pro ověření mezí frekvence

1. Nastavení parametrů simulátoru FV pole tak, aby odpovídaly nominálnímu činnému výkonu na AC straně střídače s ohledem na proudové a napěťové rozsahy MPPT vstupů podle pokynů výrobce. Spuštění simulátoru.
2. Nastavení simulátoru sítě, spuštění záznamu měření a spuštění zkušební sekvence.
3. V úvodu sekvence jsou napětí a frekvence nastaveny na nominální hodnoty po nevyhnutně dlouhou dobu (dle parametrizace střídače) pro zabezpečení dostatečného časového prostoru na přifázování střídače a dosažení ustáleného stavu.
4. Po dosažení ustáleného stavu, kdy je střídač provozován s nominálním činným výkonem, je simulovaná porucha – pokles frekvence na hodnotu  $f_{UF}$ , po dobu  $T_{UF}$  za účelem vybavení podfrekvenční ochrany.
5. Po uplynutí  $T_{UF}$ , návrat na nominální frekvenci 50 Hz po dobu 1 min.
6. Po uplynutí 1 minuty od návratu na nominální frekvenci následuje snížení frekvence na hodnotu  $f_L$  po dobu rovnající se sledovací době  $T_S + 60$  s. Během této doby není dovoleno připojení k síti.

7. Po uplynutí sledovací doby  $T_S + 60$  s od okamžiku snížení frekvence následuje zvýšení frekvence na hodnotu  $f_H$  po dobu rovnající se sledovací době  $T_S + 60$  s. Během této doby také není dovoleno připojení k síti.
8. Po uplynutí sledovací doby  $T_S + 60$  s od zvýšení frekvence následuje návrat frekvence na nominální hodnotu 50 Hz po dobu  $T_C$ , která je potřebná pro automatické opětovné připojení a dosažení ustáleného stavu. Automatické opětovné připojení může nastat nejdříve po uplynutí sledovací doby od okamžiku návratu frekvence na nominální hodnotu.
9. 1 minutu po přifázování střídače a dosažení ustáleného stavu (dodávka činného výkonu odpovídá disponibilnímu výkonu – 100 % $P_n$ ) následuje ukončení záznamu a měření, nejpozději však po uplynutí  $T_C$  od okamžiku návratu frekvence na nominální hodnotu bez ohledu na chování střídače.

Určení hodnot frekvence  $f_L$  a  $f_H$  pro ověření:

- $f_L$  – dolní mez frekvence stanovená pro automatické opětovné připojení po poruše podle aktuálně platných požadavků snížena o 50 mHz
- $f_H$  – horní mez frekvence stanovená pro automatické opětovné připojení po poruše podle aktuálně platných požadavků zvýšena o 50 mHz.

Určení sledovací doby  $T_S$  a doby potřebné pro připojení  $T_C$ :

- $T_S$  – doba rovnající se sledovací době pro automatické opětovné připojení po poruše podle aktuálně platných požadavků
- $T_C$  – součet sledovací doby, doby potřebné pro náběh činného výkonu na nominální hodnotu (dosažení ustáleného stavu) a 20 min rezervy u regulovatelných střídačů, respektive součet sledovací doby, časového intervalu pro připojení a 20min rezervy u neregulovatelných nebo částečně regulovatelných střídačů.

Určení frekvence  $f_{UF}$  a doby  $T_{UF}$  pro simulaci poruchy související s nízkou frekvencí v rámci ověření:

- $f_{UF}$  – hodnota frekvence, která zabezpečí vybavení podfrekvenční ochrany s ohledem na aktuálně platné požadavky, případně reální chování střídače (například požadovaná hodnota frekvence pro vybavení podfrekvenční ochrany snížena o 1 Hz)
- $T_{UF}$  – doba, která postačuje na vybavení podfrekvenční ochrany s ohledem na aktuálně platné požadavky, případně reální chování střídače (například 2-násobek maximálního požadovaného vypínacího času podfrekvenční ochrany).

### 16.6.2 Zkouška pro ověření mezí napětí

1. Nastavení parametrů simulátoru FV pole tak, aby odpovídaly nominálnímu činnému výkonu na AC straně střídače s ohledem na proudové a napěťové rozsahy MPPT vstupů podle pokynů výrobce. Spuštění simulátoru.
2. Nastavení simulátoru sítě, spuštění záznamu měření a spuštění zkušební sekvence.
3. V úvodu sekvence jsou napětí a frekvence nastaveny na nominální hodnoty po nevyhnutně dlouhou dobu (dle parametrizace střídače) pro zabezpečení dostatečného časového prostoru na přifázování střídače a dosažení ustáleného stavu.
4. Po dosažení ustáleného stavu, kdy je střídač provozován s nominálním činným výkonem, je simulovaná porucha – pokles napětí na hodnotu  $U_{UV}$ , po dobu  $T_{UV}$  za účelem vybavení podfrekvenční ochrany.
5. Po uplynutí  $T_{UV}$ , návrat na nominální napětí 230 V po dobu 1 min.
6. Po uplynutí 1 minuty od návratu na nominální napětí následuje snížení napětí na hodnotu  $U_L$  po dobu rovnající se sledovací době  $T_S + 60$  s. Během této doby není dovoleno připojení k síti.

7. Po uplynutí sledovací doby  $T_S + 60$  s od okamžiku snížení napětí následuje zvýšení napětí na hodnotu  $U_H$  po dobu rovnající se sledovací době  $T_S + 60$  s. Během této doby také není dovoleno připojení k síti.
8. Po uplynutí sledovací doby  $T_S + 60$  s od zvýšení napětí následuje návrat napětí na nominální hodnotu po dobu  $T_C$ , která je potřebná pro automatické opětovné připojení a dosažení ustáleného stavu. Automatické opětovné připojení může nastat nejdříve po uplynutí sledovací doby  $T_S$  od okamžiku návratu napětí na nominální hodnotu.
9. 1 minutu po přifázování střídače a dosažení ustáleného stavu (dodávka činného výkonu odpovídá disponibilnímu výkonu – 100 %  $P_n$ ) následuje ukončení záznamu a měření, nejpozději však po uplynutí  $T_C$  od okamžiku návratu napětí na nominální hodnotu bez ohledu na chování střídače.

Určení hodnot napětí  $U_L$  a  $U_H$  pro ověření:

- $U_L$  – dolní mez napětí stanovena pro automatické opětovné připojení po poruše podle aktuálně platných požadavků snížena o 1 %  $U_n$
- $U_H$  – horní mez napětí stanovena pro automatické opětovné připojení po poruše podle aktuálně platných požadavků zvýšena o 1 %  $U_n$ .

Určení sledovací doby  $T_S$  a doby potřebné pro připojení  $T_C$ :

- $T_S$  – doba rovnající se sledovací době pro automatické opětovné připojení po poruše podle aktuálně platných požadavků
- $T_C$  – součet sledovací doby, doby potřebné pro náběh činného výkonu na nominální hodnotu (dosažení ustáleného stavu) a 20 min rezervy u regulovatelných střídačů, respektive součet sledovací doby, časového intervalu pro připojení a 20min rezervy u neregulovatelných nebo částečně regulovatelných střídačů.

Určení napětí  $U_{UV}$  a doby  $T_{UV}$  pro simulaci poruchy související s nízkým napětím v rámci ověření:

- $U_{UV}$  – hodnota napětí, které zabezpečí vybavení podpěťové ochrany s ohledem na aktuálně platné požadavky, případně reální chování střídače (například požadovaná hodnota napětí pro vybavení podpěťové ochrany snížena o 10 V)
- $T_{UV}$  – doba, která postačuje na vybavení podpěťové ochrany s ohledem na aktuálně platné požadavky, případně reální chování střídače (například 2-násobek maximálního požadovaného vypínacího času podpěťové ochrany)

---

## 16.7 Vyhodnocení dat a akceptační kritérium

Na základě naměřených dat určit z obou zkoušek prodlevu před připojením střídače (sledovací doba) od okamžiku návratu frekvence/napětí na nominální hodnotu v závěrečné fázi sekvence. Určit rychlost nárůstu činného výkonu (v %  $P_n$ /min) při náběhu výstupního výkonu na disponibilní výkon po obnovení dodávky.

Výsledek zkoušky se považuje za vyhovující, pokud je splněno následující:

- střídač nezahájí proces opětovného připojení, pokud je mimo dovolené napěťové nebo frekvenční meze
- střídač se nepřipojí před uplynutím sledovací doby za předpokladu, že napětí nebo frekvence jsou během sledovací doby neustále v povolených mezích
- rychlost náběhu činného výkonu, vyhodnocovaná pro každou minutu, zůstává pod předepsanou limitní hodnotou s tolerancí +1 %  $P_n$ /min nebo u neregulovatelných nebo částečně regulovatelných střídačů dojde k připojení v žádaném časovém intervalu nebo později.

## 17 Logické rozhraní pro omezení dodávky činného výkonu

### 17.1 Cíl zkoušky

Cílem zkoušky je ověřit, zda střídač disponuje logickým rozhráním, které umožňuje omezit dodávku činného výkonu na výstupu do předepsané doby od okamžiku obdržení pokynu podle aktuálně platných požadavek PPDS: P4.

### 17.2 Specifikace požadavků

Přehled relevantních požadavků kladených na VM kategorie A1 a A2 podle aktuálně platného vydání PPDS: P4 se nachází v Příloze C.

### 17.3 Zkušební zařízení a metoda pro posouzení souladu

Metoda aplikována v této zkoušce za účelem posouzení souladu je klasifikována jako „Test na systému pro výrobu elektřiny“ podle normy EN50549-10 [5].

Detailní popis zkušebního zařízení plně vybaveného pro výše uvedený typ posuzování souladu se nachází v Příloze B.

### 17.4 Měřicí zařízení

Výkonový analyzátor:

1. Systém měření dle určeného připojení zkoušeného zařízení do napájecí AC soustavy.
2. Bod měření je v blízkosti silových AC svorek zkoušeného zařízení.
3. Měřicí okno 2,5 periody systémové frekvence (v soustavě s nominální frekvencí 50 Hz), se záznamem po sobě jdoucích 2,5 periodových (~50ms) hodnot.
4. Zaznamenávání frekvence, napětí (RMS), proudu (RMS), činného, jalového a zdánlivého výkonu v každé fázi.

### 17.5 Předpoklady

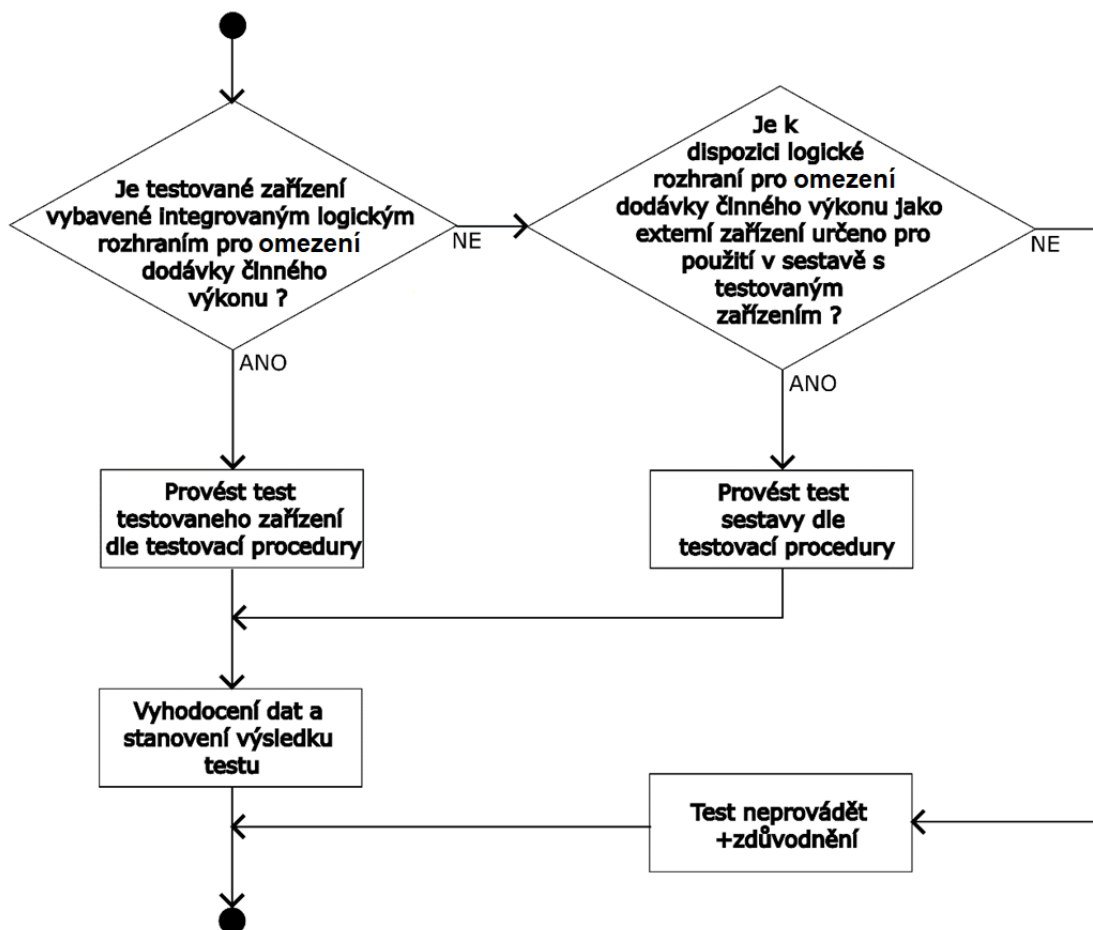
Zkoušené zařízení (střídač) disponuje logickým rozhráním pro přerušení dodávky činného výkonu.

Schopnost dosáhnout nominální výkon na AC straně střídače.

### 17.6 Zkušební procedura

Zkušební procedura je relevantní pouze za předpokladu existence integrovaného logického rozhraní střídače nebo v případě ověřování v sestavě s externím zařízením. Rozhodovací proces pro aplikování níže uvedených zkoušek je uveden na Obr. 23.

Níže uvedené zkoušky se aplikují v závislosti na kategorii VM, pro kterou je zkoušený střídač určen, a požadavcích kladených na dálkové řízení prostřednictvím logického rozhraní v aktuálně platném vydání PPDS: P4.



Obr. 23. Rozhodovací proces pro aplikaci zkušební procedury

### 17.6.1 Zkouška pro ověření schopnosti přerušit dodávku činného výkonu

1. Nastavení parametrů simulátoru FV pole tak, aby odpovídaly nominálnímu činnému výkonu na AC straně střídače s ohledem na proudové a napěťové rozsahy MPPT vstupů podle pokynů výrobce. Spuštění simulátoru.
2. Nastavení simulátoru sítě, spuštění záznamu měření a spuštění zkušební sekvence.
3. V úvodu sekvence jsou napětí a frekvence nastaveny na nominální hodnoty po nevyhnutně dlouhou dobu (dle parametrizace střídače) pro zabezpečení dostatečného časového prostoru na přifázování střídače a dosažení ustáleného stavu.
4. Po dosažení ustáleného stavu, kdy je střídač provozován s nominálním činným výkonem, je odeslán povel na přerušení dodávky, který trvá po dobu  $T_{100->0}+30$  s.
5. Po uplynutí doby  $T_{100->0}+120$  s od okamžiku odeslání pokynu ukončení záznamu měření.

Určení doby  $T_{100->0}$ :

- doba  $T_{100->0}$  je nejzazší přípustná doba pro přerušení dodávky činného výkonu na výstupu střídače podle aktuálně platných požadavek PPDS: P4.

### 17.6.2 Zkouška pro ověření schopnosti omezit dodávku činného výkonu na žádanou hodnotu

1. Nastavení parametrů simulátoru FV pole tak, aby odpovídaly nominálnímu činnému výkonu na AC straně střídače s ohledem na proudové a napěťové rozsahy MPPT vstupů podle pokynů výrobce. Spuštění simulátoru.
2. Nastavení simulátoru sítě, spuštění záznamu měření a spuštění zkušební sekvence.



3. V úvodu sekvence jsou napětí a frekvence nastaveny na nominální hodnoty po nevyhnutně dlouhou dobu (dle parametrizace střídače) pro zabezpečení dostatečného časového prostoru na přifázování střídače a dosažení ustáleného stavu.
4. Po dosažení ustáleného stavu, kdy je střídač provozován s nominálním činným výkonem, je odeslán povel na omezení dodávky činného výkonu na žádanou hodnotu  $P_{X\%}^{(n)}$ , který trvá po dobu  $T_{100 \rightarrow X\%} + 30$  s.
5. V případě ověřování schopnosti omezit dodávku činného výkonu pro více úrovní, po odeznění povelu opakovat bod 4 pro všechny ověřované úrovně omezení činného výkonu.
6. Po uplynutí doby  $T_{100 \rightarrow X\%} + 120$  s od okamžiku odeslání posledního povelu ukončení záznamu měření.

Určení úrovní omezení činného výkonu  $P_{X\%}^{(n)}$  pro ověření:

- jedna nebo více úrovní omezení činného výkonu v procentech nominálního výkonu, přičemž <sup>(n)</sup> značí pořadí úrovně omezení v rámci ověřování. Ověřované úrovně musí být voleny tak, aby bylo možné dostatečně prokázat schopnost omezit dodávku činného výkonu podle aktuálně platných požadavek PPDS: P4.

Určení doby  $T_{100 \rightarrow X\%}$ :

- doba  $T_{100 \rightarrow X\%}$  je nejzazší přípustná doba pro omezení dodávky činného výkonu na výstupu střídače podle aktuálně platných požadavek PPDS: P4.

---

## 17.7 Vyhodnocení dat a akceptační kritérium

Na základě naměřených dat určit, zda došlo k přerušení dodávky činného výkonu po odeslání povelu. Pokud k přerušení dodávky došlo, určit čas od okamžiku odeslání povelu. V případě ověřování schopnosti omezit dodávku činného výkonu určit, zda došlo k omezení dodávky činného výkonu po odeslání povelu. Pokud k omezení dodávky došlo, určit čas od okamžiku odeslání povelu

Výsledek zkoušky přerušení dodávky činného výkonu se považuje za vyhovující, když k přerušení dojde nejpozději do doby  $T_{100 \rightarrow 0}$  od okamžiku odeslání pokynu. Pod přerušením dodávky činného výkonu se rozumí pokles činného výkonu na 0 W s tolerancí  $+5 \%P_n$  se zohledněním nejistoty měření.

Výsledek zkoušky omezení dodávky činného výkonu se považuje za vyhovující, když k omezení dojde nejpozději do doby  $T_{100 \rightarrow X\%}$  od okamžiku odeslání pokynu pro všechny ověřované úrovně omezení. Pod omezením dodávky činného výkonu se rozumí pokles činného výkonu na žádanou hodnotu s tolerancí  $\pm 5 \%P_n$  se zohledněním nejistoty měření.

Při vyhodnocení je také potřeba uvést způsob implementace logického rozhraní (integrované logické rozhraní/externí zařízení). V případě neprovedení zkoušky uvést zdůvodnění (integrované rozhraní a současně externí zařízení není k dispozici).

## 18 Podpět'ová ochrana [27]

### 18.1 Cíl zkoušky

Cílem zkoušky je ověřit soulad parametrů 1. a 2. stupně podpět'ové ochrany (hodnota pro vybavení a maximální vypínací čas) s aktuálně platnými požadavky PPDS: P4.

### 18.2 Specifikace požadavků

Přehled relevantních požadavků kladených na VM kategorie A1 a A2 podle aktuálně platného vydání PPDS: P4 se nachází v Příloze C.

### 18.3 Zkušební zařízení a metoda pro posouzení souladu

Metoda aplikována v této zkoušce za účelem posouzení souladu je klasifikována jako „Test na systému pro výrobu elektřiny“ podle normy EN50549-10 [5].

Detailní popis zkušebního zařízení plně vybaveného pro výše uvedený typ posuzování souladu se nachází v Příloze B.

### 18.4 Měřicí zařízení

Výkonový analyzátor:

1. Systém měření dle určeného připojení zkoušeného zařízení do napájecí AC soustavy.
2. Bod měření je v blízkosti silových AC svorek zkoušeného zařízení.
3. Měřicí okno 1/2 perioda systémové frekvence (v soustavě s nominální frekvencí 50 Hz), se záznamem po sobě jdoucích 1/2 periodových (~10ms) hodnot.
4. Zaznamenávání frekvence, napětí (RMS), proudu (RMS), činného, jalového a zdánlivého výkonu v každé fázi.

### 18.5 Předpoklady

Schopnost dosáhnout nominální výkon střídače na AC výstupních svorkách.

Před každou zkouškou musí být střídač provozován se symetrickým nominálním napětím a nominální frekvencí a zároveň všechny ochranné funkce musí být resetovány minimálně po dobu 10 s.

### 18.6 Zkušební procedura

Níže uvedené zkoušky se aplikují v závislosti na kategorii VM, pro kterou je zkoušený střídač určen, a požadavcích kladených na ochrany v aktuálně platném vydání PPDS: P4.

#### 18.6.1 Zkouška pro ověření parametrů ochrany 1. stupně na podpětí

1. Nastavení parametrů simulátoru FV pole tak, aby odpovídaly nominálnímu činnému výkonu na AC straně střídače s ohledem na proudové a napět'ové rozsahy MPPT vstupů podle pokynů výrobce. Spuštění simulátoru.
2. Nastavení simulátoru sítě, spuštění záznamu měření a spuštění zkušební sekvence.
3. V úvodu sekvence jsou napětí a frekvence nastaveny na nominální hodnoty po nevyhnutně dlouhou dobu (dle parametrizace střídače) pro zabezpečení dostatečného časového prostoru na přifázování střídače a dosažení ustáleného stavu.
4. Po 1 min od dosažení ustáleného stavu, kdy je střídač provozován s nominálním činným výkonem, následuje skokový pokles napětí na startovací hodnotu  $U_{START\_U<}$ .
5. Po úvodním poklesu napětí následují další skokové poklesy s krokem rovným polovině požadované přesnosti  $A_{R\_U}$  a dobou trvání  $\Delta t_{U<}$  až do dosažení konečné hodnoty napětí  $U_{END\_U<}$ .

6. Po dosažení konečné hodnoty napětí  $U_{END\_U<}$  ukončení záznamu a měření.

Určení startovací hodnoty napětí  $U_{START\_U<}$ :

- požadovaná mezní hodnota napětí pro vybavení podpěťové ochrany prvního stupně ( $G_{S\_U<}$ ) zvýšena minimálně o dvojnásobek požadované přesnosti měření napětí pro ochrany ( $A_{R\_U}$ ).

Určení požadované mezní hodnoty napětí pro vybavení podpěťové ochrany prvního stupně  $G_{S\_U<}$ :

- podle aktuálně platných požadavků PPDS: P4

Určení požadované přesnosti měření napětí pro ochrany  $A_{R\_U}$ :

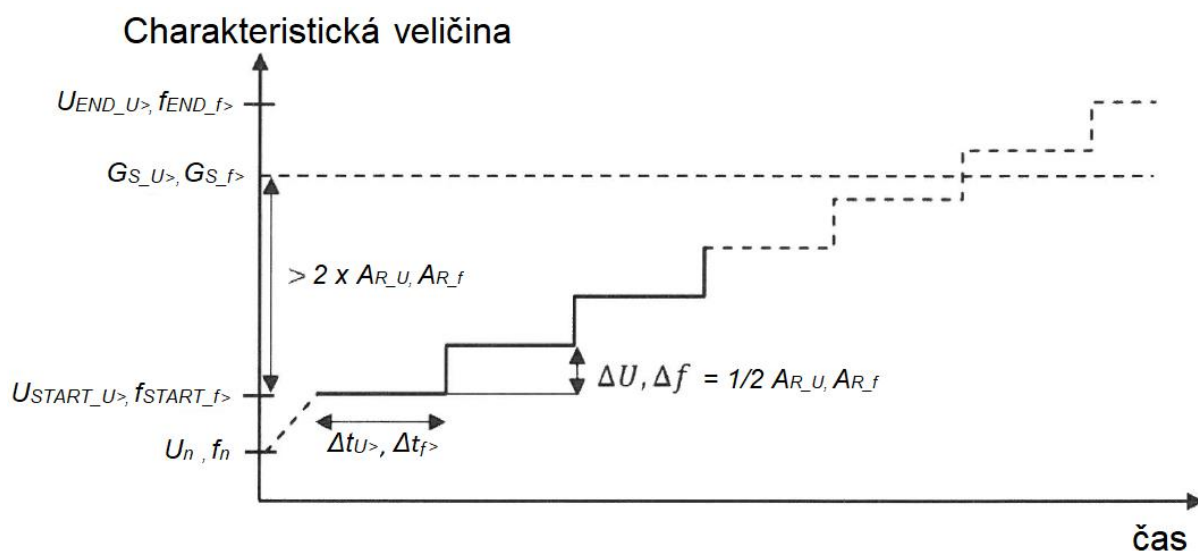
- podle EN 50549-1

Určení konečné hodnoty napětí  $U_{END\_U<}$ :

- požadovaná mezní hodnota napětí pro vybavení podpěťové ochrany prvního stupně ( $G_{S\_U<}$ ) snížena minimálně o dvojnásobek požadované přesnosti měření napětí pro ochrany ( $A_{R\_U}$ ).

Určení doby trvání napěťového kroku  $\Delta t_{U<}$ :

- požadovaný maximální vypínací čas podpěťové ochrany prvního stupně podle aktuálně platných požadavků PPDS: P4 s tolerancí +200 ms



Obr. 24. Princip určení parametrů zkušební sekvence pro ověření 1. stupně ochrany

### 18.6.2 Zkouška pro ověření parametrů ochrany 2. stupně na podpěť

1. Nastavení parametrů simulátoru FV pole tak, aby odpovídaly nominálnímu činnému výkonu na AC straně střídače s ohledem na proudové a napěťové rozsahy MPPT vstupů podle pokynů výrobce. Spuštění simulátoru.
2. Nastavení simulátoru sítě, spuštění záznamu měření a spuštění zkušební sekvence.
3. V úvodu sekvence jsou napětí a frekvence nastaveny na nominální hodnoty po nevyhnutně dlouhou dobu (dle parametrizace střídače) pro zabezpečení dostatečného časového prostoru na přifázování střídače a dosažení ustáleného stavu.
4. Po 1 min od dosažení ustáleného stavu, kdy je střídač provozován s nominálním činným výkonem, následuje skokový pokles napětí na startovací hodnotu  $U_{START\_U<<}$ .
5. Z hodnoty  $U_{START\_U<<}$  následuje série obdélníkových poklesů napětí. Úvodní obdélníkový pokles nabývá hodnotu  $U_{IST\_REC<<}$ , přičemž hodnota napětí během dalších obdélníkových poklesů se snižuje s krokem rovným polovině požadované přesnosti  $A_{R\_U}$  až do hodnoty  $U_{END\_U<<}$ . Doba trvání všech obdélníkových poklesů  $\Delta t_{U<<}$  je konstantní.
6. Po dosažení konečné hodnoty napětí  $U_{END\_U<<}$  ukončení záznamu měření.

Určení startovací hodnoty napětí  $U_{START\_U<<}$ :

- požadovaná mezní hodnota napětí pro vybavení podpět'ové ochrany prvního stupně ( $G_{S\_U<}$ ) zvýšena minimálně o dvojnásobek požadované přesnosti měření napětí pro ochrany ( $A_{R\_U}$ ).

Určení požadované mezní hodnoty napětí pro vybavení podpět'ové ochrany prvního stupně  $G_{S\_U<}$ :

- podle aktuálně platných požadavků PPDS: P4.

Určení požadované přesnosti měření napětí pro ochrany  $A_{R\_U}$ :

- podle EN 50549-1.

Určení amplitudy úvodního obdélníkového poklesu napětí  $U_{IST\_REC<<}$ :

- požadovaná mezní hodnota napětí pro vybavení podpět'ové ochrany druhého stupně ( $G_{S\_U<<}$ ) zvýšena minimálně o dvojnásobek požadované přesnosti měření napětí pro ochrany ( $A_{R\_U}$ ).

Určení požadované mezní hodnoty napětí pro vybavení podpět'ové ochrany druhého stupně  $G_{S\_U<<}$ :

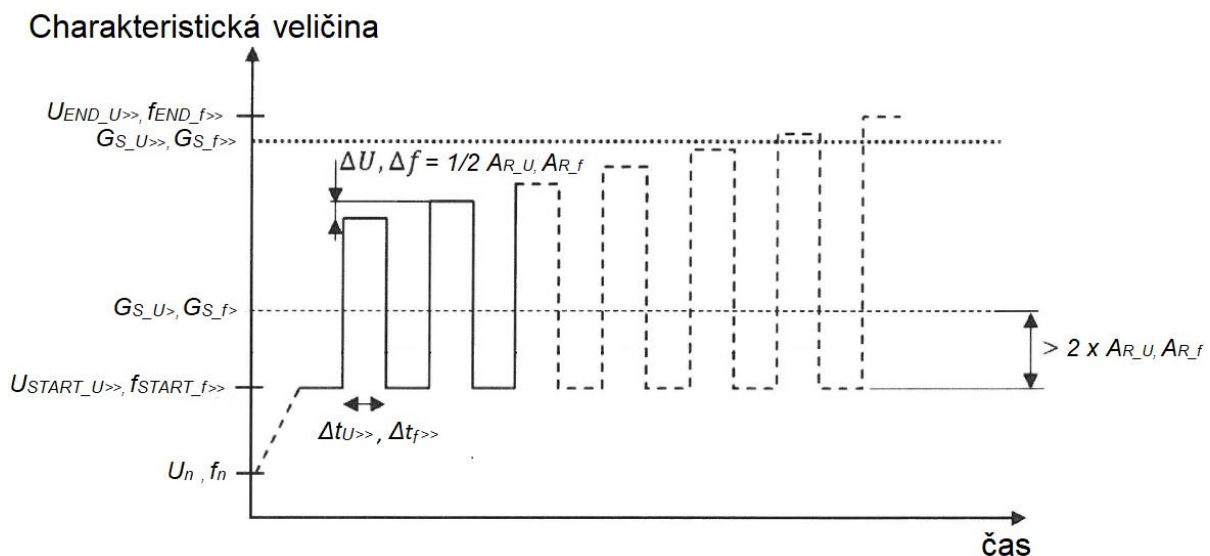
- podle aktuálně platných požadavků PPDS: P4.

Určení konečné hodnoty napětí  $U_{END\_U<<}$ :

- požadovaná mezní hodnota napětí pro vybavení podpět'ové ochrany druhého stupně ( $G_{S\_U<<}$ ) snížena minimálně o dvojnásobek požadované přesnosti měření napětí pro ochrany ( $A_{R\_U}$ ).

Určení doby trvání obdélníkového poklesu  $\Delta t_{U<<}$ :

- požadovaný maximální vypínací čas podpět'ové ochrany druhého stupně podle aktuálně platných požadavků PPDS: P4 s tolerancí +200 ms



Obr. 25. Princip určení parametrů zkušební sekvence pro ověření 2. stupně ochrany

## 18.7 Vyhodnocení dat a akceptační kritérium

Z měřených dat určit hodnotu napětí v kroku, během kterého došlo k vybavení ověřovaného stupně ochrany. Stanovit vypínací čas jako celkovou dobu od dosažení úrovně napětí v aktuálním kroku při vybavení až do okamžiku vybavení ochrany.

Z pohledu přesnosti nastavené mezní hodnoty napětí pro vybavení ochrany ( $G_{S\_U<}$  respektive  $G_{S\_U<<}$ ) a přesnosti měření napětí střídačem se ověření považuje za úspěšné, pokud ověřovaný stupeň ochrany vybaví při požadované hodnotě napětí (podle aktuálně platného vydání PPDS: P4) se zohledněním  $A_{R\_U}$  - požadované tolerance měření napětí pro ochrany (podle EN 50549-1). Ověření vypínacích časů podpět'ové ochrany se považuje za úspěšné, pokud je stanovený vypínací čas ověřovaného stupně

ochrany rovný nebo menší než požadovaný maximální vypínací čas (podle aktuálně platného vydání PPDS: P4).

## 19 Nadpět'ová ochrana [59]

### 19.1 Cíl zkoušky

Cílem zkoušky je ověřit soulad parametrů 1. a 2. stupně nadpět'ové ochrany (hodnota pro vybavení a maximální vypínací čas) s aktuálně platnými požadavky PPDS: P4.

### 19.2 Specifikace požadavků

Přehled relevantních požadavků kladených na VM kategorie A1 a A2 podle aktuálně platného vydání PPDS: P4 se nachází v Příloze C.

### 19.3 Zkušební zařízení a metoda pro posouzení souladu

Metoda aplikována v této zkoušce za účelem posouzení souladu je klasifikována jako „Test na systému pro výrobu elektřiny“ podle normy EN50549-10 [5].

Detailní popis zkušebního zařízení plně vybaveného pro výše uvedený typ posuzování souladu se nachází v Příloze B.

### 19.4 Měřicí zařízení

Výkonový analyzátor:

1. Systém měření dle určeného připojení zkoušeného zařízení do napájecí AC soustavy.
2. Bod měření je v blízkosti silových AC svorek zkoušeného zařízení.
3. Měřicí okno 1/2 perioda systémové frekvence (v soustavě s nominální frekvencí 50 Hz), se záznamem po sobě jdoucích 1/2 periodových (~10ms) hodnot.
4. Zaznamenávání frekvence, napětí (RMS), proudu (RMS), činného, jalového a zdánlivého výkonu v každé fázi.

### 19.5 Předpoklady

Schopnost dosáhnout nominální výkon střídače na AC straně.

Před každou zkouškou musí být střídač provozován se symetrickým nominálním napětím a nominální frekvencí a zároveň všechny ochranné funkce musí být resetovány.

### 19.6 Zkušební procedura

Níže uvedené zkoušky se aplikují v závislosti na kategorii VM, pro kterou je zkoušený střídač určen, a požadavcích kladených na ochrany v aktuálně platném vydání PPDS: P4.

#### 19.6.1 Zkouška pro ověření parametrů ochrany 1. stupně na nadpětí

1. Nastavení parametrů simulátoru FV pole tak, aby odpovídaly nominálnímu činnému výkonu na AC straně střídače s ohledem na proudové a napět'ové rozsahy MPPT vstupů podle pokynů výrobce. Spuštění simulátoru.
2. Nastavení simulátoru sítě, spuštění záznamu měření a spuštění zkušební sekvence.
3. V úvodu sekvence jsou napětí a frekvence nastaveny na nominální hodnoty po nevyhnutně dlouhou dobu (dle parametrizace střídače) pro zabezpečení dostatečného časového prostoru na přifázování střídače a dosažení ustáleného stavu.
4. Po 1 min od dosažení ustáleného stavu, kdy je střídač provozován s nominálním činným výkonem, následuje skokový nárůst napětí na startovací hodnotu  $U_{START\_U}$ .
5. Po úvodním nárůstu napětí následují další skokové nárůsty s krokem rovným polovině požadované přesnosti  $A_{R\_U}$  a dobou trvání  $\Delta t_{U}$  až do dosažení konečné hodnoty napětí  $U_{END\_U}$ .

6. Po dosažení konečné hodnoty napětí  $U_{END\_U>}$  ukončení záznamu a měření.

Určení startovací hodnoty napětí  $U_{START\_U>}$ :

- požadovaná mezní hodnota napětí pro vybavení nadpět'ové ochrany prvního stupně ( $G_{S\_U>}$ ) snížena minimálně o dvojnásobek požadované přesnosti měření napětí pro ochrany ( $A_{R\_U}$ ).

Určení požadované mezní hodnoty napětí pro vybavení nadpět'ové ochrany prvního stupně  $G_{S\_U>}$ :

- podle aktuálně platných požadavků PPDS: P4

Určení požadované přesnosti měření napětí pro ochrany  $A_{R\_U}$ :

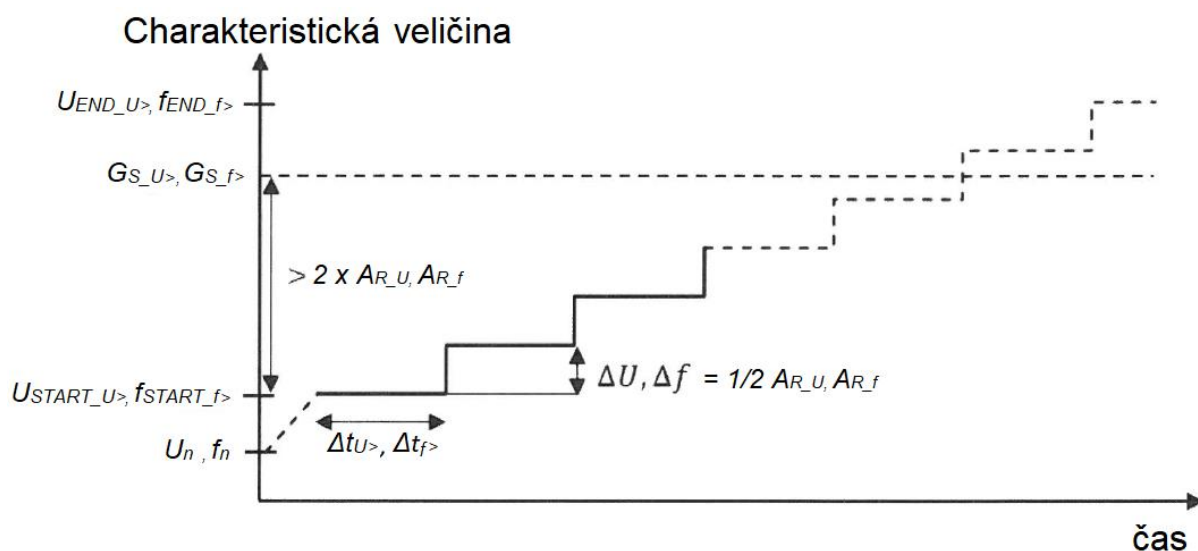
- podle EN 50549-1

Určení konečné hodnoty napětí  $U_{END\_U>}$ :

- požadovaná mezní hodnota napětí pro vybavení nadpět'ové ochrany prvního stupně ( $G_{S\_U>}$ ) zvýšena minimálně o dvojnásobek požadované přesnosti měření napětí pro ochrany ( $A_{R\_U}$ ).

Určení doby trvání napět'ového kroku  $\Delta t_{U>}$ :

- požadovaný maximální vypínací čas nadpět'ové ochrany prvního stupně podle aktuálně platných požadavků PPDS: P4 s tolerancí +200 ms



Obr. 26. Princip určení parametrů zkušební sekvence pro ověření 1. stupně ochrany

### 19.6.2 Zkouška pro ověření parametrů ochrany 2. stupně na nadpětí

1. Nastavení parametrů simulátoru FV pole tak, aby odpovídaly nominálnímu činnému výkonu na AC straně střídače s ohledem na proudové a napět'ové rozsahy MPPT vstupů podle pokynů výrobce. Spuštění simulátoru.
2. Nastavení simulátoru sítě, spuštění záznamu měření a spuštění zkušební sekvence.
3. V úvodu sekvence jsou napětí a frekvence nastaveny na nominální hodnoty po nevyhnutně dlouhou dobu (dle parametrizace střídače) pro zabezpečení dostatečného časového prostoru na přifázování střídače a dosažení ustáleného stavu.
4. Po 1 min od dosažení ustáleného stavu, kdy je střídač provozován s nominálním činným výkonem, následuje skokový nárůst napětí na startovací hodnotu  $U_{START\_U>>}$ .
5. Z hodnoty  $U_{START\_U>>}$  následuje série obdélníkových nárůstů napětí. Úvodní obdélníkový nárůst napětí nabývá hodnotu  $U_{IST\_REC>>}$ , přičemž hodnota napětí během dalších obdélníkových nárůstů se zvyšuje s krokem rovným polovině požadované přesnosti  $A_{R\_U}$  až do hodnoty  $U_{END\_U>>}$ . Doba trvání všech obdélníkových nárůstů  $\Delta t_{U>>}$  je konstantní.
6. Po dosažení konečné hodnoty napětí  $U_{END\_U>>}$  ukončení záznamu a měření.

Určení startovací hodnoty napětí  $U_{START\_U>>}$ :

- požadovaná mezní hodnota napětí pro vybavení nadpět'ové ochrany prvního stupně ( $G_{S\_U>}$ ) snížena minimálně o dvojnásobek požadované přesnosti měření napětí pro ochrany ( $A_{R\_U}$ ).

Určení požadované mezní hodnoty napětí pro vybavení nadpět'ové ochrany prvního stupně  $G_{S\_U>}$ :

- podle aktuálně platných požadavků PPDS: P4.

Určení požadované přesnosti měření napětí pro ochrany  $A_{R\_U}$ :

- podle EN50549-1.

Určení amplitudy úvodního obdélníkového poklesu napětí  $U_{IST\_REC>>}$ :

- požadovaná mezní hodnota napětí pro vybavení nadpět'ové ochrany druhého stupně ( $G_{S\_U>>}$ ) snížena minimálně o dvojnásobek požadované přesnosti měření napětí pro ochrany ( $A_{R\_U}$ ).

Určení požadované mezní hodnoty napětí pro vybavení nadpět'ové ochrany druhého stupně  $G_{S\_U>>}$ :

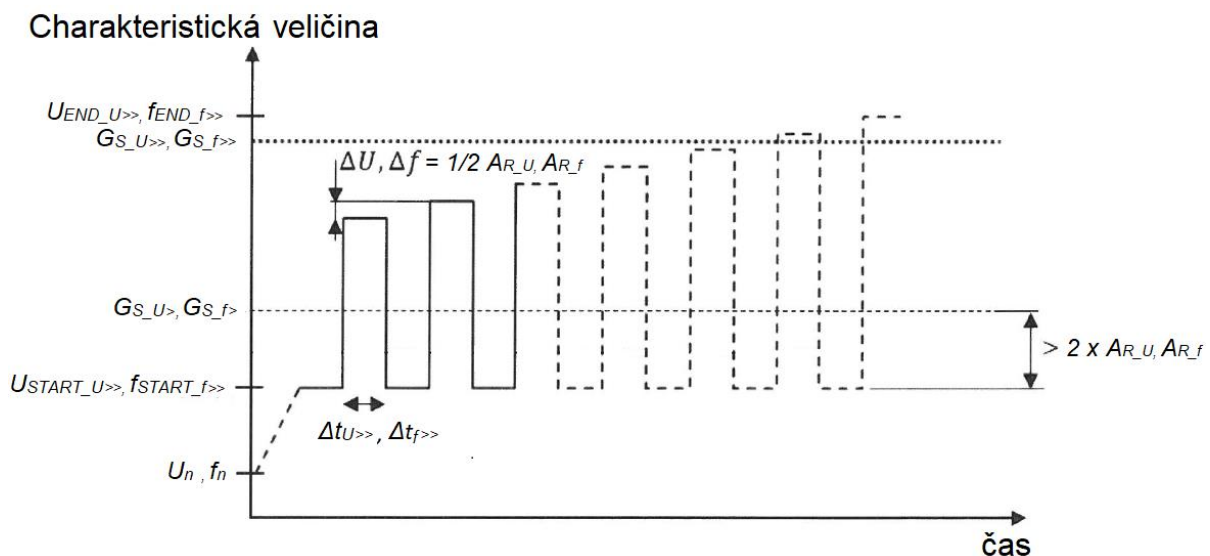
- podle aktuálně platných požadavků PPDS: P4.

Určení konečné hodnoty napětí  $U_{END\_U>>}$ :

- požadovaná mezní hodnota napětí pro vybavení nadpět'ové ochrany druhého stupně ( $G_{S\_U>>}$ ) zvýšena minimálně o dvojnásobek požadované přesnosti měření napětí pro ochrany ( $A_{R\_U}$ ).

Určení doby trvání obdélníkového nárůstu  $\Delta t_{U>>}$ :

- požadovaný maximální vypínací čas nadpět'ové ochrany druhého stupně podle aktuálně platných požadavků PPDS: P4 s tolerancí +200 ms



Obr. 27. Princip určení parametrů zkušební sekvence pro ověření 2. stupně ochrany

## 19.7 Vyhodnocení dat a akceptační kritérium

Z měřených dat určit hodnotu napětí v kroku, během kterého došlo k vybavení ověřovaného stupně ochrany. Stanovit vypínací čas jako celkovou dobu od dosažení úrovně napětí v aktuálním kroku při vybavení až do okamžiku vybavení ochrany.

Z pohledu přesnosti nastavené mezní hodnoty napětí pro vybavení ochrany ( $G_{S\_U>}$  respektive  $G_{S\_U>>}$ ) a přesnosti měření napětí střídačem se ověření považuje za úspěšné, pokud ověřovaný stupeň ochrany vybaví při požadované hodnotě napětí (podle aktuálně platného vydání PPDS: P4) se zohledněním  $A_{R\_U}$  - požadované tolerance měření napětí pro ochrany (podle EN 50549-1). Ověření vypínacích časů nadpět'ové ochrany se považuje za úspěšné, pokud je stanovený vypínací čas ověřovaného stupně



ochrany rovný nebo menší než požadovaný maximální vypínací čas (podle aktuálně platného vydání PPDS: P4).

## 20 Nadpět'ová ochrana – 10 minutová střední hodnota

### 20.1 Cíl zkoušky

Cílem zkoušky je ověřit soulad parametrů 10min nadpět'ové ochrany (hodnota pro vybavení a maximální vypínací čas) s aktuálně platnými požadavky PPDS: P4 a přesnost měření napětí pro utváření klouzavého průměru v intervalu 10 min.

### 20.2 Specifikace požadavků

Přehled relevantních požadavků kladených na VM kategorie A1 a A2 podle aktuálně platného vydání PPDS: P4 se nachází v Příloze C.

### 20.3 Zkušební zařízení a metoda pro posouzení souladu

Metoda aplikována v této zkoušce za účelem posouzení souladu je klasifikována jako „Test na systému pro výrobu elektřiny“ podle normy EN50549-10 [5].

Detailní popis zkušebního zařízení plně vybaveného pro výše uvedený typ posuzování souladu se nachází v Příloze B.

### 20.4 Měřicí zařízení

Výkonový analyzátor:

1. Systém měření dle určeného připojení zkoušeného zařízení do napájecí AC soustavy.
2. Bod měření je v blízkosti silových AC svorek zkoušeného zařízení.
3. Měřicí okno 2,5 periody systémové frekvence (v soustavě s nominální frekvencí 50 Hz), se záznamem po sobě jdoucích 2,5 periodových (~50ms) hodnot.
4. Zaznamenávání frekvence, napětí (RMS), proudu (RMS), činného, jalového a zdánlivého výkonu v každé fázi.

### 20.5 Předpoklady

Schopnost dosáhnout nominální výkon střídače na AC straně.

Před zkouškou musí být střídač provozován se symetrickým nominálním napětím a nominální frekvencí a zároveň všechny ochranné funkce musí být resetovány.

### 20.6 Zkušební procedura

1. Nastavení parametrů simulátoru FV pole tak, aby odpovídaly nominálnímu činnému výkonu na AC straně střídače s ohledem na proudové a napět'ové rozsahy MPPT vstupů podle pokynů výrobce. Spuštění simulátoru.
2. Nastavení simulátoru sítě, spuštění záznamu měření a spuštění zkušební sekvence.
3. V úvodu sekvence jsou napětí a frekvence nastaveny na nominální hodnoty po nevyhnutně dlouhou dobu (dle parametrizace střídače) pro zabezpečení dostatečného časového prostoru na přifázování střídače a dosažení ustáleného stavu.
4. Po 10 min od dosažení ustáleného stavu, kdy je střídač provozován s nominálním činným výkonem, následuje skokový nárůst napětí na hodnotu  $U_{END}$ .
5. Po vybavení ochrany nebo po uplynutí 10 min od skokového nárůstu napětí (podle toho, co nastane dříve) ukončení záznamu a měření.

Určení konečné hodnoty napětí  $U_{END}$ :

- Nastavená hodnota napětí pro vybavení 10 min nadpět'ové ochrany  $G_{S\_U10min}$  zvýšena o dvojnásobek požadované přesnosti  $A_r$ .

Určení požadované mezní hodnoty napětí pro vybavení 10 min nadpět'ové ochrany  $G_{S\_U10min}$ :

- podle aktuálně platných požadavků PPDS: P4.

Určení požadované přesnosti měření napětí pro ochrany  $A_{R\_U}$ :

- podle EN 50549-1.

---

## 20.7 Vyhodnocení dat a akceptační kritérium

Z měřených dat určit dobu od okamžiku skokového nárůstu napětí do vybavení ochrany.

Ověření nastavené hodnoty pro vybavení 10min nadpět'ové ochrany, vypínacího času a přesnosti měření napětí pro vyhodnocení klouzavého průměru se považuje za úspěšné, pokud je doba vypnutí v mezích definovaných časy  $T_1$  a  $T_2$  podle následujících vztahů:

- $T_1 = \frac{(G_{S\_U10min} - A_{R\_U}) - U_{Start}}{U_{End} - U_{Start}} \times 600$
- $T_2 = \frac{(G_{S\_U10min} + A_{R\_U}) - U_{Start}}{U_{End} - U_{Start}} \times 600 + T_{vyp}$

přičemž:

- $U_{Start}$  – Počáteční úroveň napětí ( $U_n$ ),
- $T_{vyp}$  – vypínací čas nebo maximální vypínací čas v závislosti od definice v aktuálně platných požadavcích PPDS: P4.

## 21 Podfrekvenční ochrana [81]

### 21.1 Cíl zkoušky

Cílem zkoušky je ověřit soulad parametrů 1. a 2. stupně podfrekvenční ochrany (hodnota pro vybavení a maximální vypínací čas) s aktuálně platnými požadavky PPDS: P4.

### 21.2 Specifikace požadavků

Přehled relevantních požadavků kladených na VM kategorie A1 a A2 podle aktuálně platného vydání PPDS:P4 se nachází v Příloze C.

### 21.3 Zkušební zařízení a metoda pro posouzení souladu

Metoda aplikována v této zkoušce za účelem posouzení souladu je klasifikována jako „Test na systému pro výrobu elektřiny“ podle normy EN50549-10 [5].

Detailní popis zkušebního zařízení plně vybaveného pro výše uvedený typ posuzování souladu se nachází v Příloze B.

### 21.4 Měřicí zařízení

Výkonový analyzátor:

1. Systém měření dle určeného připojení zkoušeného zařízení do napájecí AC soustavy.
2. Bod měření je v blízkosti silových AC svorek zkoušeného zařízení.
3. Měřicí okno 1/2 perioda systémové frekvence (v soustavě s nominální frekvencí 50 Hz), se záznamem po sobě jdoucích 1/2 periodových (~10ms) hodnot.
4. Zaznamenávání frekvence, napětí (RMS), proudu (RMS), činného, jalového a zdánlivého výkonu v každé fázi.

### 21.5 Předpoklady

Schopnost dosáhnout nominální výkon střídače na AC straně.

Před každou zkouškou musí být střídač provozován se symetrickým nominálním napětím a nominální frekvencí a zároveň všechny ochranné funkce musí být resetovány.

### 21.6 Zkušební procedura

Níže uvedené zkoušky se aplikují v závislosti na kategorii VM, pro kterou je zkoušený střídač určen, a požadavcích kladených na ochrany v aktuálně platném vydání PPDS: P4.

#### 21.6.1 Zkouška pro ověření parametrů ochrany 1. stupně na podfrekvenci

1. Nastavení parametrů simulátoru FV pole tak, aby odpovídaly nominálnímu činnému výkonu na AC straně střídače s ohledem na proudové a napěťové rozsahy MPPT vstupů podle pokynů výrobce. Spuštění simulátoru.
2. Nastavení simulátoru sítě, spuštění záznamu měření a spuštění zkušební sekvence.
3. V úvodu sekvence jsou napětí a frekvence nastaveny na nominální hodnoty po nevyhnutně dlouhou dobu (dle parametrizace střídače) pro zabezpečení dostatečného časového prostoru na přifázování střídače a dosažení ustáleného stavu.
4. Po 1 min od dosažení ustáleného stavu, kdy je střídač provozován s nominálním činným výkonem, následuje skokový pokles frekvence na startovací hodnotu  $f_{START\_f<}$ .

- Po úvodním poklesu frekvence následují další skokové poklesy s krokem rovným polovině požadované přesnosti  $A_{R_f}$  a dobou trvání  $\Delta t_{f<}$  až do dosažení konečné hodnoty frekvence  $f_{END\_f<}$ .
- Po dosažení konečné hodnoty frekvence  $f_{END\_f<}$  ukončení záznamu a měření.

Určení startovací hodnoty frekvence  $f_{START\_f<}$ :

- požadovaná mezní hodnota frekvence pro vybavení podfrekvenční ochrany prvního stupně ( $G_{S\_f<}$ ) zvýšena minimálně o dvojnásobek požadované přesnosti měření frekvence pro ochrany ( $A_{R_f}$ ).

Určení požadované mezní hodnoty frekvence pro vybavení podfrekvenční ochrany prvního stupně  $G_{S\_f<}$ :

- podle aktuálně platných požadavků PPDS:P4.

Určení požadované přesnosti měření frekvence pro ochrany  $A_{R_f}$ :

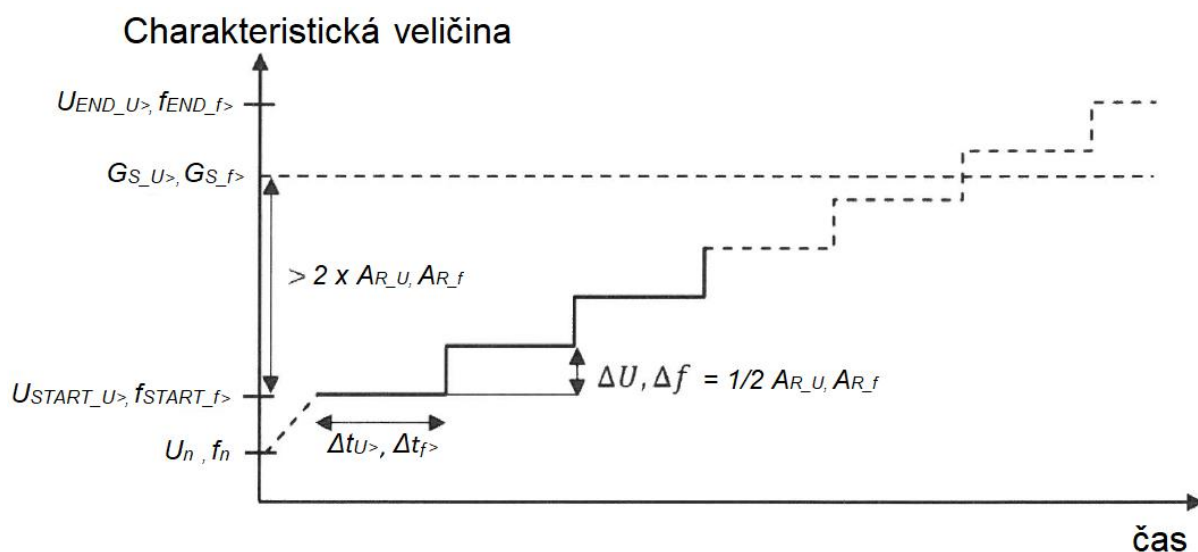
- podle EN 50549-1.

Určení konečné hodnoty frekvence  $U_{END\_f<}$ :

- požadovaná mezní hodnota frekvence pro vybavení podfrekvenční ochrany prvního stupně ( $G_{S\_f<}$ ) snížena minimálně o dvojnásobek požadované přesnosti měření frekvence pro ochrany ( $A_{R_f}$ ).

Určení doby trvání frekvenčního kroku  $\Delta t_{f<}$ :

- požadovaný maximální vypínací čas frekvenční ochrany prvního stupně podle aktuálně platných požadavků PPDS s tolerancí +200 ms.



Obr. 28. Princip určení parametrů zkušební sekvence pro ověření 1. stupně ochrany

### 21.6.2 Zkouška pro ověření parametrů ochrany 2. stupně na podfrekvenci

- Nastavení parametrů simulátoru FV pole tak, aby odpovídaly nominálnímu činnému výkonu na AC straně střídače s ohledem na proudové a napěťové rozsahy MPPT vstupů podle pokynů výrobce. Spuštění simulátoru.
- Nastavení simulátoru sítě, spuštění záznamu měření a spuštění zkušební sekvence.
- V úvodu sekvence jsou napětí a frekvence nastaveny na nominální hodnoty po nevyhnutně dlouhou dobu (dle parametrizace střídače) pro zabezpečení dostatečného časového prostoru na přiřazování střídače a dosažení ustáleného stavu.

4. Po 1 min od dosažení ustáleného stavu, kdy je střídač provozován s nominálním činným výkonem, následuje skokový pokles frekvence na startovací hodnotu  $f_{START\_f<<}$ .
5. Z hodnoty  $f_{START\_f<<}$  následuje série obdélníkových poklesů frekvence. Úvodní obdélníkový pokles nabývá hodnotu  $f_{IST\_REC<<}$ , přičemž hodnota frekvence během dalších obdélníkových poklesů se snižuje s krokem rovným polovině požadované přesnosti  $A_{R\_f}$  až do hodnoty  $f_{END\_f<<}$ . Doba trvání všech obdélníkových poklesů  $\Delta t_{f<<}$  je konstantní.
6. Po dosažení konečné hodnoty frekvence  $f_{END\_f<<}$  ukončení záznamu a měření.

Určení startovací hodnoty frekvence  $f_{START\_f<<}$ :

- požadovaná mezní hodnota frekvence pro vybavení podfrekvenční ochrany prvního stupně ( $G_{S\_f<}$ ) zvýšena minimálně o dvojnásobek požadované přesnosti měření frekvence pro ochrany ( $A_{R\_f}$ ).

Určení požadované mezní hodnoty frekvence pro vybavení podfrekvenční ochrany prvního stupně  $G_{S\_f<}$ :

- podle aktuálně platných požadavků PPDS:P4.

Určení požadované přesnosti měření frekvence pro ochrany  $A_{R\_f}$ :

- podle EN 50549-1.

Určení amplitudy úvodního obdélníkového poklesu frekvence  $f_{IST\_REC<<}$ :

- požadovaná mezní hodnota frekvence pro vybavení podfrekvenční ochrany druhého stupně ( $G_{S\_f<<}$ ) zvýšena minimálně o dvojnásobek požadované přesnosti měření frekvence pro ochrany ( $A_{R\_f}$ ).

Určení požadované mezní hodnoty frekvence pro vybavení podfrekvenční ochrany druhého stupně  $G_{S\_f<<}$ :

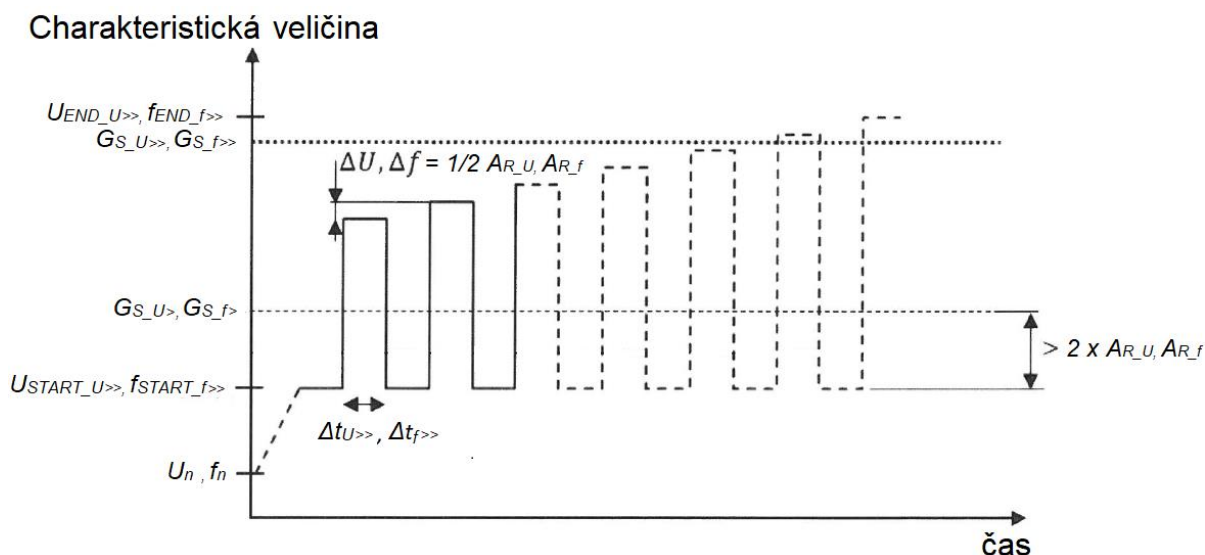
- podle aktuálně platných požadavků PPDS:P4.

Určení konečné hodnoty frekvence  $f_{END\_f<<}$ :

- požadovaná mezní hodnota frekvence pro vybavení podfrekvenční ochrany druhého stupně ( $G_{S\_f<<}$ ) snížena minimálně o dvojnásobek požadované přesnosti měření frekvence pro ochrany ( $A_{R\_f}$ ).

Určení doby trvání obdélníkového poklesu  $\Delta t_{f<<}$ :

- požadovaný maximální vypínací čas podfrekvenční ochrany druhého stupně podle aktuálně platných požadavků PPDS:P4 s tolerancí +200 ms



Obr. 29. Princip určení parametrů zkušební sekvence pro ověření 2. stupně ochrany

## 21.7 Vyhodnocení dat a akceptační kritérium

Z měřených dat určit hodnotu frekvence v kroku, během kterého došlo k vybavení ověřovaného stupně ochrany. Stanovit vypínací čas jako celkovou dobu od dosažení úrovně frekvence v aktuálním kroku při vybavení až do okamžiku vybavení ochrany.

Z pohledu přesnosti nastavené mezní hodnoty frekvence pro vybavení ochrany ( $G_{S\_f<}$  respektive  $G_{S\_f<<}$ ) a přesnosti měření frekvence střídačem se ověření považuje za úspěšné, pokud ověřovaný stupeň ochrany vybaví při požadované hodnotě frekvence (podle aktuálně platného vydání PPDS:P4) se zohledněním  $A_{R\_f}$ - požadované tolerance měření frekvence pro ochrany (podle EN 50549-1). Ověření vypínacích časů podfrekvenční ochrany se považuje za úspěšné, pokud je stanovený vypínací čas ověřovaného stupně ochrany rovný nebo menší než požadovaný maximální vypínací čas (podle aktuálně platného vydání PPDS: P4).

## 22 Nadfrekvenční ochrana [81>]

### 22.1 Cíl zkoušky

Cílem zkoušky je ověřit soulad parametrů 1. a 2. stupně nadfrekvenční ochrany (hodnota pro vybavení a maximální vypínací čas) s aktuálně platnými požadavky PPDS: P4.

### 22.2 Specifikace požadavků

Přehled relevantních požadavků kladených na VM kategorie A1 a A2 podle aktuálně platného vydání PPDS: P4 se nachází v Příloze C.

### 22.3 Zkušební zařízení a metoda pro posouzení souladu

Metoda aplikována v této zkoušce za účelem posouzení souladu je klasifikována jako „Test na systému pro výrobu elektřiny“ podle normy EN50549-10 [5].

Detailní popis zkušebního zařízení plně vybaveného pro výše uvedený typ posuzování souladu se nachází v Příloze B.

### 22.4 Měřicí zařízení

Výkonový analyzátor:

1. Systém měření dle určeného připojení zkoušeného zařízení do napájecí AC soustavy.
2. Bod měření je v blízkosti silových AC svorek zkoušeného zařízení.
3. Měřicí okno 1/2 perioda systémové frekvence (v soustavě s nominální frekvencí 50 Hz), se záznamem po sobě jdoucích 1/2 periodových (~10ms) hodnot.
4. Zaznamenávání frekvence, napětí (RMS), proudu (RMS), činného, jalového a zdánlivého výkonu v každé fázi.

### 22.5 Předpoklady

Schopnost dosáhnout nominální výkon střídače na AC straně.

Před každou zkouškou musí být střídač provozován se symetrickým nominálním napětím a nominální frekvencí a zároveň všechny ochranné funkce musí být resetovány.

### 22.6 Zkušební procedura

Níže uvedené zkoušky se aplikují v závislosti na kategorii VM, pro kterou je zkoušený střídač určen, a požadavcích kladených na ochrany v aktuálně platném vydání PPDS: P4.

#### 22.6.1 Zkouška pro ověření parametrů ochrany 1. stupně na nadfrekvenci

1. Nastavení parametrů simulátoru FV pole tak, aby odpovídaly nominálnímu činnému výkonu na AC straně střídače s ohledem na proudové a napěťové rozsahy MPPT vstupů podle pokynů výrobce. Spuštění simulátoru.
2. Nastavení simulátoru sítě, spuštění záznamu měření a spuštění zkušební sekvence.
3. V úvodu sekvence jsou napětí a frekvence nastaveny na nominální hodnoty po nevyhnutně dlouhou dobu (dle parametrizace střídače) pro zabezpečení dostatečného časového prostoru na přifázování střídače a dosažení ustáleného stavu.
4. Po 1 min od dosažení ustáleného stavu, kdy je střídač provozován s nominálním činným výkonem, následuje skokový nárůst frekvence na startovací hodnotu  $f_{START\_f>}$ .



- Po úvodním nárůstu frekvence následují další skokové nárůsty s krokem rovným polovině požadované přesnosti  $A_{R\_f}$  a dobou trvání  $\Delta t_{f>}$  až do dosažení konečné hodnoty frekvence  $f_{END\_f>}$ .
- Po dosažení konečné hodnoty frekvence  $f_{END\_f>}$  ukončení záznamu a měření.

Určení startovací hodnoty frekvence  $f_{START\_f>}$ :

- požadovaná mezní hodnota frekvence pro vybavení nadfrekvenční ochrany prvního stupně ( $G_{S\_f>}$ ) snížena minimálně o dvojnásobek požadované přesnosti měření frekvence pro ochrany ( $A_{R\_f}$ ).

Určení požadované mezní hodnoty frekvence pro vybavení nadfrekvenční ochrany prvního stupně  $G_{S\_f>}$ :

- podle aktuálně platných požadavků PPDS:P4

Určení požadované přesnosti měření frekvence pro ochrany  $A_{R\_f}$ :

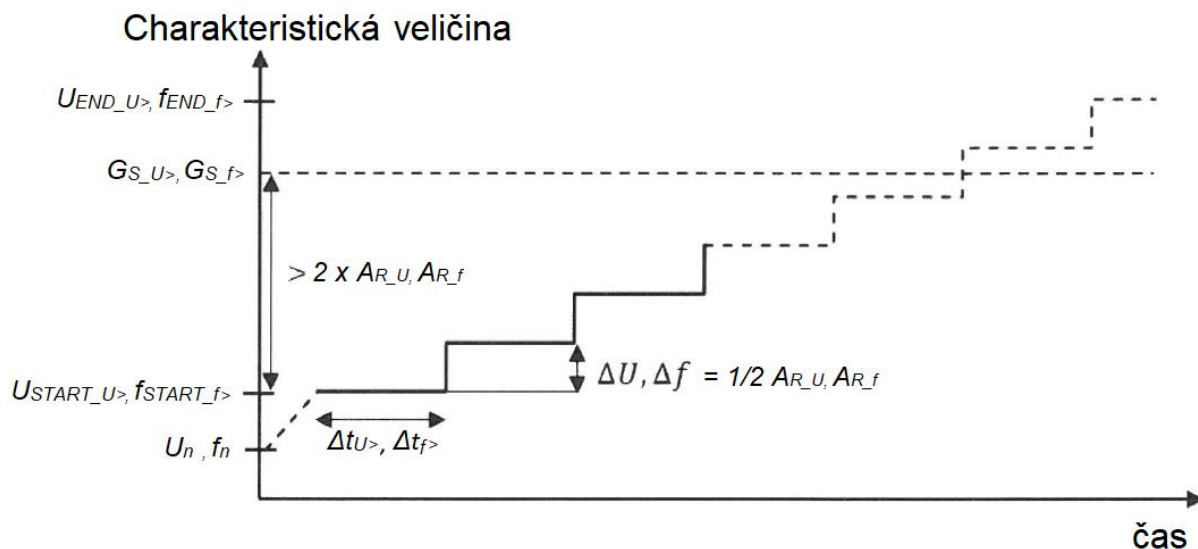
- podle EN 50549-1

Určení konečné hodnoty frekvence  $f_{END\_f>}$ :

- požadovaná mezní hodnota frekvence pro vybavení nadfrekvenční ochrany prvního stupně ( $G_{S\_f>}$ ) zvýšena minimálně o dvojnásobek požadované přesnosti měření frekvence pro ochrany ( $A_{R\_f}$ ).

Určení doby trvání frekvenčního kroku  $\Delta t_{f>}$ :

- požadovaný maximální vypínací čas nadfrekvenční ochrany prvního stupně podle aktuálně platných požadavků PPDS:P4 s tolerancí +200 ms



Obr. 30. Princip určení parametrů zkušební sekvence pro ověření 1. stupně ochrany

### 22.6.2 Zkouška pro ověření parametrů ochrany 2. stupně na nadfrekvenci

- Nastavení parametrů simulátoru FV pole tak, aby odpovídaly nominálnímu činnému výkonu na AC straně střídače s ohledem na proudové a napěťové rozsahy MPPT vstupů podle pokynů výrobce. Spuštění simulátoru.
- Nastavení simulátoru sítě, spuštění záznamu měření a spuštění zkušební sekvence.
- V úvodu sekvence jsou napětí a frekvence nastaveny na nominální hodnoty po nevyhnutně dlouhou dobu (dle parametrizace střídače) pro zabezpečení dostatečného časového prostoru na přifázování střídače a dosažení ustáleného stavu.

4. Po 1 min od dosažení ustáleného stavu, kdy je střídač provozován s nominálním činným výkonem, následuje skokový nárůst frekvence na startovací hodnotu  $f_{START\_f>>}$ .
5. Z hodnoty  $f_{START\_f>>}$  následuje série obdélníkových nárůstů frekvence. Úvodní obdélníkový nárůst frekvence nabývá hodnotu  $f_{IST\_REC>>}$ , přičemž hodnota frekvence během dalších obdélníkových nárůstů se zvyšuje s krokem rovným polovině požadované přesnosti  $A_{R\_f}$  až do hodnoty  $f_{END\_f>>}$ . Doba trvání všech obdélníkových nárůstů  $\Delta t_{f>>}$  je konstantní.
6. Po dosažení konečné hodnoty frekvence  $f_{END\_f>>}$  ukončení záznamu a měření.

Určení startovací hodnoty frekvence  $f_{START\_f>>}$ :

- požadovaná mezní hodnota frekvence pro vybavení nadfrekvenční ochrany prvního stupně ( $G_{S\_f>}$ ) snížena minimálně o dvojnásobek požadované přesnosti měření frekvence pro ochrany ( $A_{R\_f}$ ).

Určení požadované mezní hodnoty frekvence pro vybavení nadfrekvenční ochrany prvního stupně  $G_{S\_f>}$ :

- podle aktuálně platných požadavků PPDS: P4.

Určení požadované přesnosti měření napětí pro ochrany  $A_{R\_f}$ :

- podle EN 50549-1.

Určení amplitudy úvodního obdélníkového poklesu frekvence  $f_{IST\_REC>>}$ :

- požadovaná mezní hodnota frekvence pro vybavení nadfrekvenční ochrany druhého stupně ( $G_{S\_f>>}$ ) snížena minimálně o dvojnásobek požadované přesnosti měření frekvence pro ochrany ( $A_{R\_f}$ ).

Určení požadované mezní hodnoty frekvence pro vybavení nadfrekvenční ochrany druhého stupně  $G_{S\_f>>}$ :

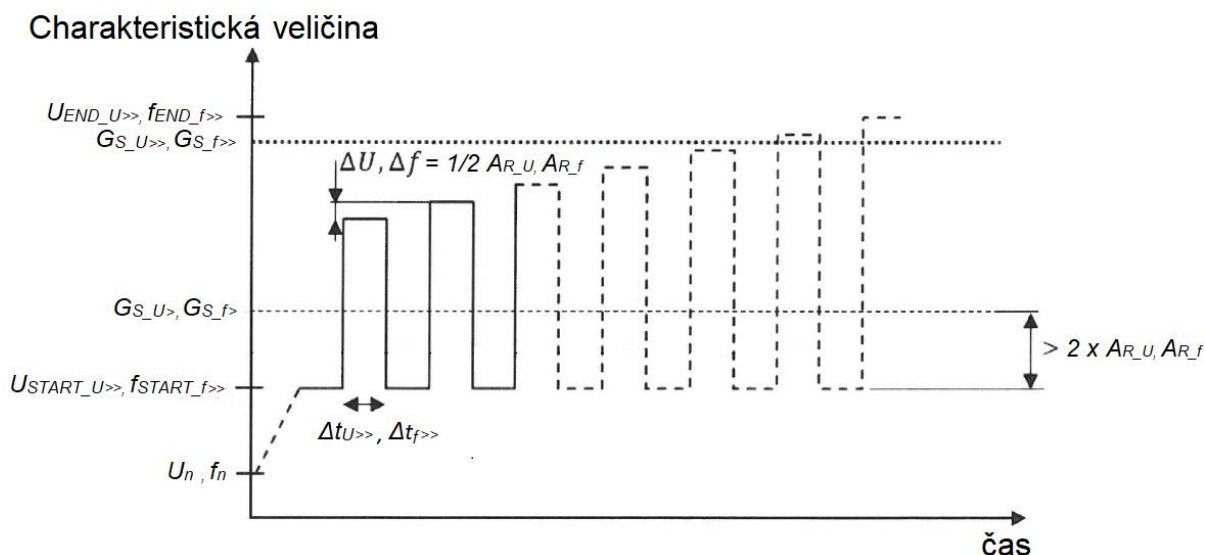
- podle aktuálně platných požadavků PPDS: P4.

Určení konečné hodnoty frekvence  $f_{END\_f>>}$ :

- požadovaná mezní hodnota frekvence pro vybavení nadfrekvenční ochrany druhého stupně ( $G_{S\_f>>}$ ) zvýšena minimálně o dvojnásobek požadované přesnosti měření frekvence pro ochrany ( $A_{R\_f}$ ).

Určení doby trvání obdélníkového nárůstu  $\Delta t_{f>>}$ :

- požadovaný maximální vypínací čas nadfrekvenční ochrany druhého stupně podle aktuálně platných požadavků PPDS:P4 s tolerancí +200 ms



Obr. 31. Princip určení parametrů zkušební sekvence pro ověření 2. stupně ochrany

## 22.7 Vyhodnocení dat a akceptační kritérium

Z měřených dat určit hodnotu frekvence v kroku, během kterého došlo k vybavení ověřovaného stupně ochrany. Stanovit vypínací čas jako celkovou dobu od dosažení úrovně frekvence v aktuálním kroku při vybavení až do okamžiku vybavení ochrany.

Z pohledu přesnosti nastavené mezní hodnoty frekvence pro vybavení ochrany ( $G_{S\_f>}$  respektive  $G_{S\_f>>}$ ) a přesnosti měření frekvence střídačem se ověření považuje za úspěšné, pokud ověřovaný stupeň ochrany vybaví při požadované hodnotě frekvence (podle aktuálně platného vydání PPDS:P4) se zohledněním  $AR_{f>}$  - požadované tolerance měření frekvence pro ochrany (podle EN 50549-1). Ověření vypínacích časů nadfrekvenční ochrany se považuje za úspěšné, pokud je stanovený vypínací čas ověřovaného stupně ochrany rovný nebo menší než požadovaný maximální vypínací čas (podle aktuálně platného vydání PPDS: P4).

## **23 Nastavitelnost a zabezpečení proti neoprávněnému přístupu k nastavení**

### **23.1 Cíl zkoušky**

Cílem zkoušky je ověřit možnost nastavení nastavitelných funkcí a existenci zabezpečení proti neoprávněnému přístupu k nastavení střídače.

### **23.2 Specifikace požadavků**

Přehled relevantních požadavků kladených na VM kategorie A1 a A2 podle aktuálně platného vydání PPDS: P4 se nachází v Příloze C.

### **23.3 Zkušební zařízení a metoda pro posouzení souladu**

Metoda aplikována v této zkoušce za účelem posouzení souladu je klasifikována jako „Test na systému pro výrobu elektřiny“ podle normy EN50549-10 [5].

Detailní popis zkušebního zařízení plně vybaveného pro výše uvedený typ posuzování souladu se nachází v Příloze B.

### **23.4 Zkušební procedura**

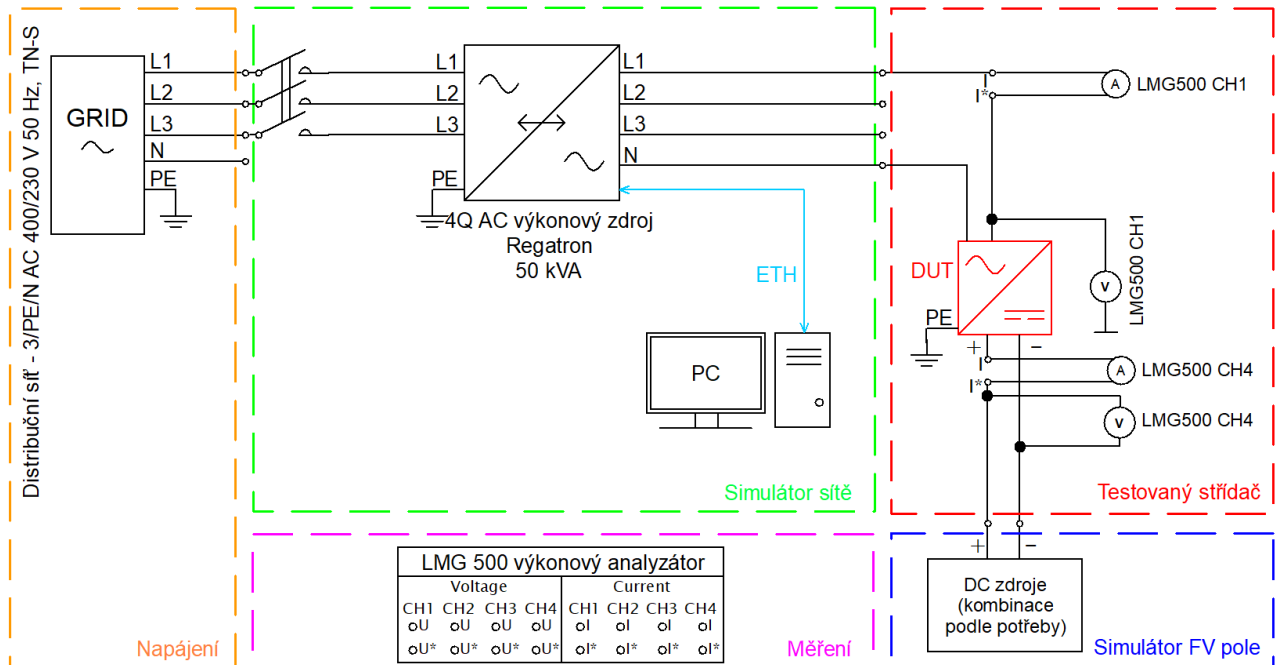
1. Nastavení libovolných parametrů simulátoru FV pole s ohledem na proudové a napěťové rozsahy MPPT vstupů podle pokynů výrobce za účelem napájení střídače během ověření nastavitelnosti a způsobu zabezpečení. Spuštění simulátoru.
2. Po startu střídače ověřit nastavitelnost všech nastavitelných funkcí (ochrany, provozní vlastnosti, podporné funkce, ...) a způsob zabezpečení nastavení.
3. Vypnutí simulátoru FV pole.

### **23.5 Akceptační kritérium**

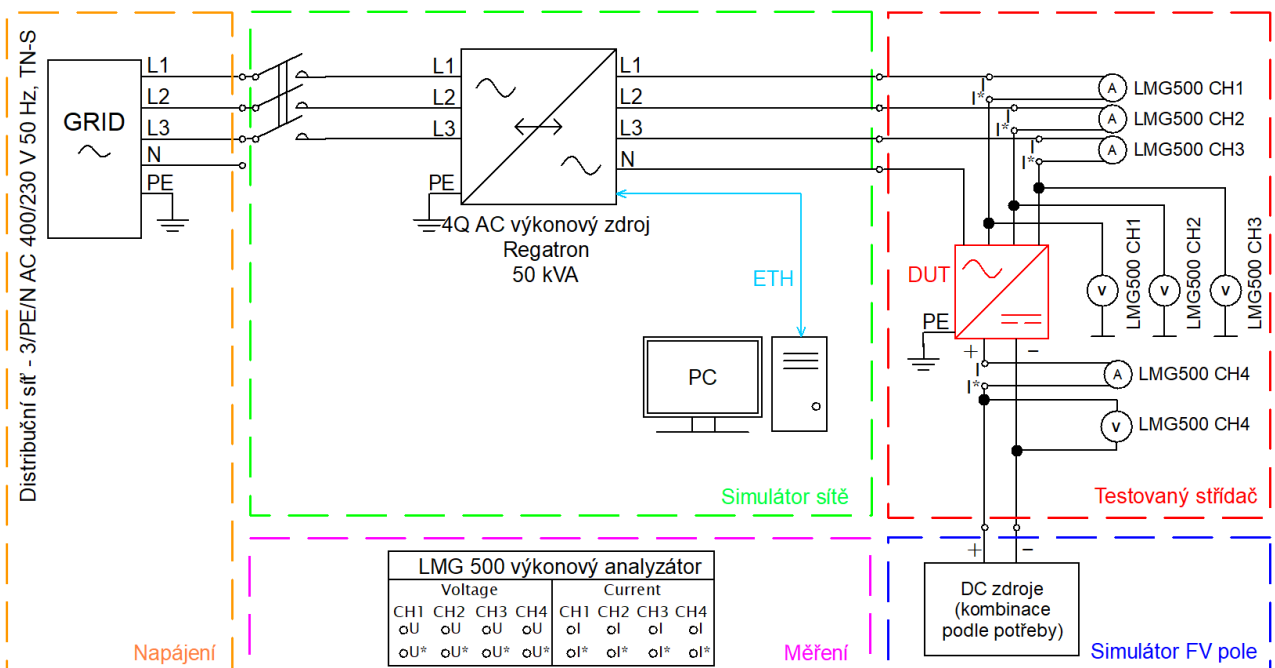
Výsledek zkoušky se považuje za vyhovující, pokud je nastavení všech nastavitelných funkcí k dispozici a je chráněno proti neoprávněnému přístupu vhodným způsobem, například heslem nebo plombou.

## Příloha A: Zkušební pracoviště

Schéma zapojení použitého zkušebního systému pro zkoušky 1-F a 3-F střídačů je na Obr. 32 a Obr. 33. Reálnou podobu zkušebního pracoviště znázorňuje fotografie na Obr. 34. Seznam vybavení a zařízení zkušebního systému je uveden v Tab. 5.



Obr. 32. Schéma zapojení zkušebního pracoviště pro testování 1-F střídačů



Obr. 33. Schéma zapojení zkušebního pracoviště pro testování 3-F střídačů

Zkušební pracoviště sestává z programovatelného napájecího zdroje a zkoušeného střídače napájeného z jednoho nebo více simulátorů FV stringu. Napájecí zdroj (simulátor sítě) o výkonu 50 kVA slouží pro simulaci různých provozních stavů, které umožňují ověřit statickou a dynamickou odezvu

zkoušeného zařízení. Programovatelný DC simulátory jsou využívány pro simulaci nelineární V-A charakteristiky FV stringů podle vstupních parametrů zkoušeného zařízení až do výkonu 56 kW. Pro zkoušky je nastaven standardní průběh VA charakteristiky odpovídající matematickému modelu definovanému v EN 50530.

Součástí pracoviště je i nezbytná měřicí technika, která zajišťuje monitorování obvodových veličin. Jako hlavní zařízení pro měření napětí a proudu a následné vyhodnocení dalších veličin je použitý výkonový analyzátor LMG500. Vyhodnocování a zaznamenávání měřených veličin se uskutečňuje v měřicím okně s trváním od 0,5 do 10 period systémové frekvence (~10 – 200 ms v soustavě s nominální frekvencí 50 Hz) v závislosti na konkrétní zkoušce. Mezi pomocné vybavení, které slouží pro orientační monitorování obvodových veličin obsluhým personálem, patří výkonový analyzátor Hioki 3390 a osciloskop Yokogawa. Sumarizace přesnosti měřicích přístrojů je v Tab. 6.

Tab. 5. Seznam vybavení

Typ zařízení	Produktové označení
Výkonový analyzátor	LMG500
Výkonový analyzátor	HIOKI 3390
Osciloskop	Yokogawa DL850
Proudové kleště	Chauvin arnoux C100
Proudové kleště	Hioki 9272-10
Simulátory FV stringu (2x)	Regatron G5.UNV.18
Simulátor FV stringu	Chroma 62150H-1000S
Simulátor FV stringu	EA-PSB 9750-40
Simulátor sítě	Regatron TC.ACS 50 kVA
SW pro řízení simulátoru FV stringu	SASControl
SW pro řízení simulátoru sítě	ACSCControl



Obr. 34. Zkušební pracoviště

Tab. 6. Přesnost měřicích přístrojů

Měřicí přístroj	Veličina	Základní nejistota	Datum kalibrace
Výkonový analyzátor LMG500	Napětí	$\pm 0,01$ % rdg. $\pm 0,02$ % f.s.	10/2023
	Proud	$\pm 0,01$ % rdg. $\pm 0,02$ % f.s.	
	Výkon	$\pm 0,015$ % rdg. $\pm 0,01$ % f.s.	
Výkonový analyzátor Hioki 3390	Napětí	$\pm 0,04$ % rdg. $\pm 0,05$ % f.s.	-
	Proud	$\pm 0,04$ % rdg. $\pm 0,05$ % f.s.	
	Činný výkon	$\pm 0,04$ % rdg. $\pm 0,05$ % f.s.	
Proudové kleště Hioki 9272-10	Proud – amplituda	$\pm 0,3$ % rdg. $\pm 0,01$ % f.s.	-
	Proud – fáze	$\pm 0,2$ °	
Yokogawa DL850 - 701260	Napětí	$\pm (1,5$ % of 10 div)	-
Yokogawa DL850 - 701251	Proud	$\pm (0,25$ % of 10 div)	-
Proudové kleště Chauvin arnoux C100	Proud	< 3%	-
	Fázový posun	< 3%	

## Příloha B:

### Přehled aktuálně platných relevantních požadavků PPDS: P4 na VM kategorie A1 a A2

Poradové číslo	Název zkoušky	Kategorie VM	Relevantní požadavky pro vyhodnocení zkoušek podle aktuálně platného vydání PPDS:P4										
1	Maximální dávka činného výkonu	A1, A2	<p><b>2. Rozsah platnosti</b></p> <p>Maximální výkon na výstupních svorkách střídače (10-minutová střední hodnota) musí být omezen na nejvýše 110 % jmenovitého výkonu pro všechny kategorie VM.</p>										
2	Schopnost provozu v rámci normálního provozního rozsahu frekvence	A1, A2	<p><b>9.1.1 Provozní frekvenční rozsah výroben v sítích nn, vn a 110 kV</b></p> <p>Požadavky na provozní frekvenční rozsah výroben a příslušné minimální doby provozu jsou shrnuty v následující tabulce.</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th>Rozsah frekvence</th> <th>Minimální doba provozu</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>47,5-48,5 Hz</td> <td>30 min</td> </tr> <tr> <td>48,5-49 Hz</td> <td>90 min</td> </tr> <tr> <td>49-51 Hz</td> <td>neomezeně</td> </tr> <tr> <td>51-51,5 Hz</td> <td>30 min</td> </tr> </tbody> </table>	Rozsah frekvence	Minimální doba provozu	47,5-48,5 Hz	30 min	48,5-49 Hz	90 min	49-51 Hz	neomezeně	51-51,5 Hz	30 min
Rozsah frekvence	Minimální doba provozu												
47,5-48,5 Hz	30 min												
48,5-49 Hz	90 min												
49-51 Hz	neomezeně												
51-51,5 Hz	30 min												
3	Dovolené snížení výkonu při klesající frekvenci	A1, A2	<p><b>9.3.2 Přípustné snížení činného výkonu při podfrekvenci</b></p> <p>Přípustné snížení činného výkonu při podfrekvenci je definováno jako snížení maximálního výkonu při poklesu frekvence sítě pod hodnotu 49 Hz s maximální mírou snížení 2 %<math>P_{max}</math>/Hz. To platí pro jmenovité podmínky okolního prostředí stanovené výrobcem zařízení. Grafické znázornění požadavku je na následujícím obrázku. K takovému snížení může dojít pouze v oprávněných případech s ohledem na technické schopnosti výrobních modulů. V ideálním případě nedochází při podfrekvenci ke snižování činného výkonu na výstupu VM.</p> <p style="text-align: center;">— Maximální přípustné snížení činného výkonu při klesající frekvenci</p>										
4	Schopnost provozu v rámci normálního provozního rozsahu napětí	A1, A2	<p><b>9.1.2 Rozsah trvalého provozního napětí</b></p> <p>Výrobní připojené do sítě nn musí být schopny trvalého provozu, pokud napětí v místě připojení zůstává v rozsahu 0,85<math>U_n</math> až 1,1<math>U_n</math>.</p>										



Poradové číslo	Název zkoušky	Kategorie VM	Relevantní požadavky pro vyhodnocení zkoušek podle aktuálně platného vydání PPDS:P4
5	Výkonová specifikace střídače	A1, A2	<p><b>9.2.1.1 Podpora napětí pomocí jalového výkonu zdrojů v síti nn</b></p> <p>Pracovní prostor střídače v P-Q prostoru musí být vymezen v souladu s následujícím obrázkem.</p>
6	Odolnost vůči rychlým změnám frekvence	A1, A2	<p><b>9.1.1 Provozní frekvenční rozsah výroben v sítích nn, vn a 110 kV</b></p> <p>Výrobní se nesmí odpojit v případě změny frekvence sítě s rychlostí změny frekvence (ROCOF) do hodnoty +/- 2 Hz/s.</p>
7	Překlenutí krátkodobého poklesu napětí -UVRT	A1, A2	<p><b>9.2.2.1 Překlenutí poruchy při krátkodobém poklesu napětí (Undervoltage ride through - UVRT)</b></p> <p>Požadavek na odolnost je definovaný křivkou podle následujícího obrázku.</p>
8	Překlenutí krátkodobého zvýšení napětí -OVRT	A1, A2	<p><b>9.2.2.2 Překlenutí poruchy při krátkodobém nadpětí (OVRT)</b></p> <p>Požadavek na odolnost definovaný křivkou podle následujícího obrázku.</p>

Poradové číslo	Název zkoušky	Kategorie VM	Relevantní požadavky pro vyhodnocení zkoušek podle aktuálně platného vydání PPDS:P4										
9	Obnova činného výkonu po poruše	A2	<p><b>9.2.2.4 Velikost a doba obnovy činného výkonu po krátkodobém poklesu napětí</b></p> <p>Nesynchronní výrobní moduly 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 výrobní modul dodává během poruchy prioritně jalový výkon, obnova činného výkonu se zahájí po dosažení 95 % napětí v místě připojení a ukončí se do 1 s.</p>										
10	Odezva výkonu na nadfrekvenci - P(f)	A1, A2	<p><b>9.3.3 Frekvenční odezva činného výkonu v omezeném frekvenčně závislém režimu</b></p> <p>Výrobní musí být schopny aktivovat poskytování frekvenční odezvy činného výkonu s parametry a vlastnostmi shrnutými v následující tabulce. Poslední řádek tabulky vychází také z EN 50549-1, podle které má být rychlost nárůstu výkonu po deaktivaci funkce shodná s rychlostí nárůstu výkonu po automatickém opětovném připojení po poruše.</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Referenční výkon</th> <th>Aktuální výstupní výkon v okamžiku aktivace funkce</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Statika <math>s</math></td> <td>5 %</td> </tr> <tr> <td>Prahová hodnota pro aktivaci <math>f_{TH}</math></td> <td>50,2 Hz</td> </tr> <tr> <td>Prahová hodnota pro deaktivaci <math>f_{STOP}</math></td> <td>50,05 Hz</td> </tr> <tr> <td>Rychlost nárůstu výkonu po deaktivaci funkce</td> <td>10 %<math>P_n</math>/min</td> </tr> </tbody> </table>	Referenční výkon	Aktuální výstupní výkon v okamžiku aktivace funkce	Statika $s$	5 %	Prahová hodnota pro aktivaci $f_{TH}$	50,2 Hz	Prahová hodnota pro deaktivaci $f_{STOP}$	50,05 Hz	Rychlost nárůstu výkonu po deaktivaci funkce	10 % $P_n$ /min
Referenční výkon	Aktuální výstupní výkon v okamžiku aktivace funkce												
Statika $s$	5 %												
Prahová hodnota pro aktivaci $f_{TH}$	50,2 Hz												
Prahová hodnota pro deaktivaci $f_{STOP}$	50,05 Hz												
Rychlost nárůstu výkonu po deaktivaci funkce	10 % $P_n$ /min												
11	Napěťově závislý režim řízení - Q(U)	A1, A2	<p><b>9.4.2 Jalový výkon závislý na napětí – funkce Q(U)</b></p> <p>Výrobní při dodávce do sítě musí být schopny podílet se na udržování napětí v dovolených mezích. U výroben s VM kategorie A1 a A2 je jalový výkon řízen autonomně, přičemž PDS zadá jednu z možných variant. Předmětem této zkoušky je autonomní řízení jalového výkonu v napěťově závislém režimu – pomocí Q(U) regulační charakteristiky (následující obrázek). Konkrétní nastavení určí PDS. V aktuálně platném vydání PPDS:P4 je uveden následující příklad nastavení:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li><math>X_1=0,94:1</math>; <math>X_2=0,97:0</math>; <math>X_3=1,05:0</math>; <math>X_4=1,08:-1</math></li> </ul>										
12	Dynamické chování - Q(U)	A1, A2	<p><b>9.4.2 Jalový výkon závislý na napětí – funkce Q(U)</b></p> <p>Po skokové změně napětí musí nesynchronní výrobní modul být schopen dosáhnout 90 % změny jalového výkonu na výstupu do doby <math>t_1</math>, kterou stanoví příslušný provozovatel soustavy v rozpětí 1 až 5 sekund, a musí se ustálit na hodnotě stanovené pomocí strmosti do doby <math>t_2</math> stanovené příslušným provozovatelem soustavy v rozpětí 5 až 60 sekund s přípustnou odchylkou jalového výkonu v ustáleném stavu nejvýše 5 % maximálního jalového výkonu. Požadavek se týká odezvy při autonomní regulaci jalového výkonu, která se vztahuje na VM kategorie A1 a A2, a tedy je relevantní pro tuto zkoušku.</p>										

Poradové číslo	Název zkoušky	Kategorie VM	Relevantní požadavky pro vyhodnocení zkoušek podle aktuálně platného vydání PPDS:P4														
13	Napěťově závislé omezení činného výkonu - P(U)	A1, A2	<p><b>9.3.5 Snížení činného výkonu závislé na napětí – funkce P(U)</b></p> <p>Výrobní musí být vybaveny generátory s napěťově závislým omezováním činného výkonu podle P(U) regulační charakteristiky. Konkrétní hodnoty funkce P(U), stanoví PDS podle síťových podmínek, ev. studie připojitelnosti. Ukázka principu a možného nastavení P(U) funkce je znázorněna na následujícím obrázku.</p> <p style="text-align: center;"><b>P=f(U)</b></p> <p style="text-align: center;"> <math>P/S_n (-)</math>  <math>U/U_n (-)</math>  <span style="color: green;">—</span> P = 100% P<sub>n</sub> </p>														
14	Dynamické chování - P(U)	-	Požadavky na dynamické vlastnosti odezvy činného výkonu na změnu napětí při napěťově závislém omezování činného výkonu nejsou podle aktuálně platného vydání PPDS:P4 definovány.														
15	Automatické připojení za normálních provozních podmínek	-	Požadavky pro automatické připojení za normálních provozních podmínek nejsou podle aktuálně platného vydání PPDS:P4 definovány.														
16	Automatické připojení po poruše	A1, A2	<p><b>9.5. Automatické opětovné připojení výroben</b></p> <p>Automatické opětovné připojení a synchronizace se sítí po vybavení ochrany je dovoleno až v okamžiku, kdy je napětí a frekvence v rámci definovaných limitů minimálně po definované sledovací dobu (následující tabulka). Zároveň, nárůst výstupního činného výkonu až do okamžiku dosažení aktuálního disponibilního výkonu musí probíhat s definovanou rychlostí (v % P<sub>n</sub>/min).</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Parametr</th> <th>Nastavení</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Minimální frekvence</td> <td>47,5 Hz</td> </tr> <tr> <td>Maximální frekvence</td> <td>50,05 Hz</td> </tr> <tr> <td>Minimální napětí</td> <td>85 % U<sub>n</sub></td> </tr> <tr> <td>Maximální napětí</td> <td>110 % U<sub>n</sub></td> </tr> <tr> <td>Doba sledování sítě</td> <td>300 s</td> </tr> <tr> <td>Gradient nárůstu výkonu</td> <td>10 % P<sub>n</sub>/min</td> </tr> </tbody> </table>	Parametr	Nastavení	Minimální frekvence	47,5 Hz	Maximální frekvence	50,05 Hz	Minimální napětí	85 % U <sub>n</sub>	Maximální napětí	110 % U <sub>n</sub>	Doba sledování sítě	300 s	Gradient nárůstu výkonu	10 % P <sub>n</sub> /min
Parametr	Nastavení																
Minimální frekvence	47,5 Hz																
Maximální frekvence	50,05 Hz																
Minimální napětí	85 % U <sub>n</sub>																
Maximální napětí	110 % U <sub>n</sub>																
Doba sledování sítě	300 s																
Gradient nárůstu výkonu	10 % P <sub>n</sub> /min																
17	Logické rozhraní pro omezení dodávky činného výkonu	A1, A2	<p><b>9.3.6 Řízení činného výkonu v závislosti na provozních podmínkách</b></p> <p>Výrobní musí být vybaveny logickým rozhraním (vstupním portem) aby do 5 s od obdržení pokynu na vstupním portu (např. prostřednictvím HDO) bylo možné přerušit dodávku činného výkonu na výstupu. Odpínací prvek umožňující dálkové odpojení musí být instalován tak, aby zůstal funkční i po silovém odpojení výrobní z paralelního provozu s DS a umožnil automatizaci tohoto procesu.</p>														
18	Podpěťová ochrana [27]	A1	<p><b>8.1 Mikrodroje</b></p> <table border="1"> <thead> <tr> <th rowspan="2">Ochrana</th> <th colspan="2">Doporučené nastavení ochrany</th> </tr> <tr> <th>Hodnota pro vybavení</th> <th>Maximální vypínací čas</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Podpětí</td> <td>0,85xU<sub>n</sub></td> <td>1,5 s</td> </tr> </tbody> </table>	Ochrana	Doporučené nastavení ochrany		Hodnota pro vybavení	Maximální vypínací čas	Podpětí	0,85xU <sub>n</sub>	1,5 s						
Ochrana	Doporučené nastavení ochrany																
	Hodnota pro vybavení	Maximální vypínací čas															
Podpětí	0,85xU <sub>n</sub>	1,5 s															
		A2	<p><b>8.2 Výrobní elektřiny s fázovým proudem nad 16A v sítích nn a výrobní připojené do sítí vn a 110kV (VM 1A,B1, B2, C, D)</b></p>														

Poradové číslo	Název zkoušky	Kategorie VM	Relevantní požadavky pro vyhodnocení zkoušek podle aktuálně platného vydání PPDS:P4											
			<table border="1"> <thead> <tr> <th rowspan="2">Ochrana</th> <th colspan="2">Doporučené nastavení ochrany</th> </tr> <tr> <th>Hodnota pro vybavení</th> <th>Maximální vypínací čas</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Podpětí 1. stupeň <math>U &lt;</math></td> <td><math>0,7xU_n</math></td> <td>0-2,7 s</td> </tr> <tr> <td>Podpětí 2. stupeň <math>U \ll</math></td> <td><math>0,3xU_n (0,45xU_n)^*</math></td> <td><math>\geq 0,15</math> s</td> </tr> </tbody> </table> <p>*Tento napěťový stupeň vyvolá rychlé odpojení od sítě při blízkých zkratech. Nastavení <math>0,3xU_n</math> se volí pro výrobní připojené do sítě 110 kV a napětí měřené na straně vn (odpovídá mu cca 15 % <math>U_n</math> v přípojném bodě. Nastavení <math>0,45 U_n</math> se volí pro výrobní připojené do sítě vn a při měření napětí na straně nižšího napětí.</p>	Ochrana	Doporučené nastavení ochrany		Hodnota pro vybavení	Maximální vypínací čas	Podpětí 1. stupeň $U <$	$0,7xU_n$	0-2,7 s	Podpětí 2. stupeň $U \ll$	$0,3xU_n (0,45xU_n)^*$	$\geq 0,15$ s
Ochrana	Doporučené nastavení ochrany													
	Hodnota pro vybavení	Maximální vypínací čas												
Podpětí 1. stupeň $U <$	$0,7xU_n$	0-2,7 s												
Podpětí 2. stupeň $U \ll$	$0,3xU_n (0,45xU_n)^*$	$\geq 0,15$ s												
19	Nadpět'ová ochrana [59]	A1	<p><b>8.1 Mikrozdroje</b></p> <table border="1"> <thead> <tr> <th rowspan="2">Ochrana</th> <th colspan="2">Doporučené nastavení ochrany</th> </tr> <tr> <th>Hodnota pro vybavení</th> <th>Maximální vypínací čas</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Nadpětí 1. stupeň</td> <td><math>1,15xU_n</math></td> <td>1 s</td> </tr> <tr> <td>Nadpětí 2. stupeň</td> <td><math>1,20xU_n</math></td> <td>0,1 s</td> </tr> </tbody> </table>	Ochrana	Doporučené nastavení ochrany		Hodnota pro vybavení	Maximální vypínací čas	Nadpětí 1. stupeň	$1,15xU_n$	1 s	Nadpětí 2. stupeň	$1,20xU_n$	0,1 s
Ochrana	Doporučené nastavení ochrany													
	Hodnota pro vybavení	Maximální vypínací čas												
Nadpětí 1. stupeň	$1,15xU_n$	1 s												
Nadpětí 2. stupeň	$1,20xU_n$	0,1 s												
		A2	<p><b>8.2 Výrobní elektřiny s fázovým proudem nad 16A v sítích nn a výrobní připojené do sítě vn a 110kV (VM 1A,B1, B2, C, D)</b></p> <table border="1"> <thead> <tr> <th rowspan="2">Ochrana</th> <th colspan="2">Doporučené nastavení ochrany</th> </tr> <tr> <th>Hodnota pro vybavení</th> <th>Maximální vypínací čas</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Nadpětí 1. stupeň</td> <td><math>1,20xU_n</math></td> <td>5 s</td> </tr> <tr> <td>Nadpětí 2. stupeň</td> <td><math>1,25xU_n</math></td> <td>0,1 s</td> </tr> </tbody> </table>	Ochrana	Doporučené nastavení ochrany		Hodnota pro vybavení	Maximální vypínací čas	Nadpětí 1. stupeň	$1,20xU_n$	5 s	Nadpětí 2. stupeň	$1,25xU_n$	0,1 s
Ochrana	Doporučené nastavení ochrany													
	Hodnota pro vybavení	Maximální vypínací čas												
Nadpětí 1. stupeň	$1,20xU_n$	5 s												
Nadpětí 2. stupeň	$1,25xU_n$	0,1 s												
20	Nadpět'ová ochrana - 10 minutová střední hodnota	A1	<p><b>8.1 Mikrozdroje</b></p> <table border="1"> <thead> <tr> <th rowspan="2">Ochrana</th> <th colspan="2">Doporučené nastavení ochrany</th> </tr> <tr> <th>Hodnota pro vybavení</th> <th>Maximální vypínací čas</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Nadpětí - 10 min střední hodnota</td> <td><math>1,10xU_n</math></td> <td>3 s</td> </tr> </tbody> </table>	Ochrana	Doporučené nastavení ochrany		Hodnota pro vybavení	Maximální vypínací čas	Nadpětí - 10 min střední hodnota	$1,10xU_n$	3 s			
Ochrana	Doporučené nastavení ochrany													
	Hodnota pro vybavení	Maximální vypínací čas												
Nadpětí - 10 min střední hodnota	$1,10xU_n$	3 s												
		A2	<p><b>8.2 Výrobní elektřiny s fázovým proudem nad 16A v sítích nn a výrobní připojené do sítě vn a 110kV (VM 1A,B1, B2, C, D)</b></p> <table border="1"> <thead> <tr> <th rowspan="2">Ochrana</th> <th colspan="2">Doporučené nastavení ochrany</th> </tr> <tr> <th>Hodnota pro vybavení</th> <th>Maximální vypínací čas</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Nadpětí - 10 min střední hodnota</td> <td><math>1,15xU_n</math></td> <td><math>\leq 60</math> s</td> </tr> </tbody> </table>	Ochrana	Doporučené nastavení ochrany		Hodnota pro vybavení	Maximální vypínací čas	Nadpětí - 10 min střední hodnota	$1,15xU_n$	$\leq 60$ s			
Ochrana	Doporučené nastavení ochrany													
	Hodnota pro vybavení	Maximální vypínací čas												
Nadpětí - 10 min střední hodnota	$1,15xU_n$	$\leq 60$ s												
21	Podfrekvenční ochrana [81<]	A1	<p><b>8.1 Mikrozdroje</b></p> <table border="1"> <thead> <tr> <th rowspan="2">Ochrana</th> <th colspan="2">Doporučené nastavení ochrany</th> </tr> <tr> <th>Hodnota pro vybavení</th> <th>Maximální vypínací čas</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Podfrekvence</td> <td>47,5 Hz</td> <td>0,5 s</td> </tr> </tbody> </table>	Ochrana	Doporučené nastavení ochrany		Hodnota pro vybavení	Maximální vypínací čas	Podfrekvence	47,5 Hz	0,5 s			
Ochrana	Doporučené nastavení ochrany													
	Hodnota pro vybavení	Maximální vypínací čas												
Podfrekvence	47,5 Hz	0,5 s												
		A2	<p><b>8.2 Výrobní elektřiny s fázovým proudem nad 16A v sítích nn a výrobní připojené do sítě vn a 110kV (VM 1A,B1, B2, C, D)</b></p> <table border="1"> <thead> <tr> <th rowspan="2">Ochrana</th> <th colspan="2">Doporučené nastavení ochrany</th> </tr> <tr> <th>Hodnota pro vybavení</th> <th>Maximální vypínací čas</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Podfrekvence</td> <td>47,5 Hz</td> <td><math>\leq 100</math> ms</td> </tr> </tbody> </table>	Ochrana	Doporučené nastavení ochrany		Hodnota pro vybavení	Maximální vypínací čas	Podfrekvence	47,5 Hz	$\leq 100$ ms			
Ochrana	Doporučené nastavení ochrany													
	Hodnota pro vybavení	Maximální vypínací čas												
Podfrekvence	47,5 Hz	$\leq 100$ ms												

Poradové číslo	Název zkoušky	Kategorie VM	Relevantní požadavky pro vyhodnocení zkoušek podle aktuálně platného vydání PPDS:P4								
22	Nadfrekvenční ochrana [81>]	A1	<p><i>8.1 Mikrozdroje</i></p> <table border="1"> <thead> <tr> <th rowspan="2">Ochrana</th> <th colspan="2">Doporučené nastavení ochrany</th> </tr> <tr> <th>Hodnota pro vybavení</th> <th>Maximální vypínací čas</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Nadfrekvence</td> <td>52 Hz</td> <td>0,5 s</td> </tr> </tbody> </table>	Ochrana	Doporučené nastavení ochrany		Hodnota pro vybavení	Maximální vypínací čas	Nadfrekvence	52 Hz	0,5 s
		Ochrana	Doporučené nastavení ochrany								
Hodnota pro vybavení	Maximální vypínací čas										
Nadfrekvence	52 Hz	0,5 s									
A2	<p><i>8.2 Výrobní elektřiny s fázovým proudem nad 16A v sítích nn a výrobní připojené do sítí vn a 110kV (VM 1A,B1, B2, C, D)</i></p> <table border="1"> <thead> <tr> <th rowspan="2">Ochrana</th> <th colspan="2">Doporučené nastavení ochrany</th> </tr> <tr> <th>Hodnota pro vybavení</th> <th>Maximální vypínací čas</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Nadfrekvence</td> <td>51,5 Hz</td> <td>≤ 100 ms</td> </tr> </tbody> </table>	Ochrana	Doporučené nastavení ochrany		Hodnota pro vybavení	Maximální vypínací čas	Nadfrekvence	51,5 Hz	≤ 100 ms		
Ochrana	Doporučené nastavení ochrany										
	Hodnota pro vybavení	Maximální vypínací čas									
Nadfrekvence	51,5 Hz	≤ 100 ms									
23	Nastavitelnost a zabezpečení proti neoprávněnému přístupu k nastavení	A1, A2	Požadavky na nastavitelnost a zabezpečení proti neoprávněnému přístupu k nastavení nejsou podle aktuálně platného vydání PPDS: P4 definovány.								

**Příloha C:**  
**Příklad jednoho z možných nastavení parametrů zkušebních sekvencí  
na základě aktuálně platných požadavků PPDS: P4**

Poradové číslo	Název zkoušky	Parametry
1	Maximální dodávka činného výkonu	-
2	Schopnost provozu v rámci normálního provozního rozsahu frekvence	$f_1 = 47,6 \text{ Hz}$ $f_2 = 51,4 \text{ Hz}$ $T_{f1} = 5 \text{ min}$ $T_{f2} = 5 \text{ min}$
3	Dovolené snížení výkonu při klesající frekvenci	$f_1 = 47,6 \text{ Hz}$ $T_{f1} = 5 \text{ min}$
4	Schopnost provozu v rámci normálního provozního rozsahu napětí	$U_{min} = 91 \% U_n$ $U_{max} = 109 \% U_n$
5	Výkonová specifikace střídače	$U_{min} = 91 \% U_n$ $U_{max} = 109 \% U_n$ $T_{PQ} = 2 \text{ min}$ $\Delta P_{PQ} = 25 \% P_n$
6	Odolnost vůči rychlým změnám frekvence	$T_0 = 0 \text{ s}$ $T_1 = 0,5 \text{ s}$ $T_2 = 3,5 \text{ s}$ $T_3 = 4,5 \text{ s}$ $T_4 = 7,5 \text{ s}$ $T_5 = 8 \text{ s}$
7	Překlenutí krátkodobého poklesu napětí - UVRT	VD1: $k_{VD} = 0$ $U_{VD} = 0,05$ $T_{VD} = 0,15 \text{ s}$
		VD2: $k_{VD} = 0,47$ $U_{VD} = 0,5$ $T_{VD} = 1,7 \text{ s}$
		VD3: $k_{VD} = 0,74$ $U_{VD} = 0,75$ $T_{VD} = 2,6 \text{ s}$
8	Překlenutí krátkodobého zvýšení napětí - OVRT	VS1: $k_{VS} = 0,92$ $U_{VS} = 1,23$ $T_{VS} = 0,05 \text{ s}$
		VS2: $k_{VS} = 0,72$ $U_{VS} = 1,18$ $T_{VS} = 4,5 \text{ s}$
		VS3: $k_{VS} = 0,52$ $U_{VS} = 1,13$ $T_{VS} = 65 \text{ s}$
9	Obnova činného výkonu po poruše	-
10	Odezva výkonu na nadfrekvenci - P(f)	$f_{TH} = 50,2 \text{ Hz}$ $f_{STOP} = 50,05 \text{ Hz}$ $f_{MAX} = 52 \text{ Hz}$ $f_1 = 50 \text{ Hz}$ $f_2 = 50,1 \text{ Hz}$ $f_3 = 50,4 \text{ Hz}$ $f_4 = 50,8 \text{ Hz}$ $f_5 = 51,4 \text{ Hz}$ $T_{sr}$ – bude určeno měřením $T_f = T_{sr} + 1 \text{ min}$
11	Napětově závislý režim řízení - Q(U)	$\Delta U_{QU}, T_{QU}$ – bude určeno na základě konkrétní ověřované Q(U) charakteristiky
13	Dynamické chování - Q(U)	$U_{QU_{MAX}}, U_{PU_0}$ – bude určeno na základě ověřované P(U) a Q(U) charakteristiky
12	Napětově závislé omezení činného výkonu - P(U)	$\Delta U_{PU}, T_{PU}$ – bude určeno na základě konkrétní ověřované P(U) charakteristiky
14	Dynamické chování - P(U)	$U_{QU_{MAX}}, U_{PU_0}$ – bude určeno na základě ověřované P(U) a Q(U) charakteristiky
15	Automatické připojení za normálních provozních podmínek	požadavky nedefinovány
16	Automatické připojení po poruše	$f_{UF} = 45 \text{ Hz}$ $f_L = 47,45 \text{ Hz}$ $f_H = 50,1 \text{ Hz}$ $T_{UF} = 5 \text{ s}$ $T_S = 5 \text{ min}$ $T_S = 25 \text{ min}$
17	Logické rozhraní pro omezení dodávky činného výkonu	$T_{100 \rightarrow 0} = 5 \text{ s}$ $P_{X\%}^{(1)} = 60\% P_n$

Poradové číslo	Název zkoušky	Parametry	
		$P_{X\%}^{(2)} = 30\% P_n$ $T_{100->X\%} = 36 \text{ min}$	
18	Podpět'ová ochrana [27]	1. stupeň <	$U_{START\_U<} = 87\% U_n$ $G_{S\_U<} = 85\% U_n$ $A_{R\_U} = 1\% U_n$ $U_{END\_U<} = 83\% U_n$ $\Delta t_{U<} = 1,7 \text{ s}$
		2. stupeň <<	nepožadován
19	Nadpět'ová ochrana [59]	1. stupeň >	$U_{START\_U>} = 113\% U_n$ $G_{S\_U>} = 115\% U_n$ $A_{R\_U} = 1\% U_n$ $U_{END\_U>} = 117\% U_n$ $\Delta t_{U>} = 1,2 \text{ s}$
		2. stupeň >>	$U_{START\_U>>} = 118\% U_n$ $G_{S\_U>>} = 120\% U_n$ $A_{R\_U} = 1\% U_n$ $U_{END\_U>>} = 122\% U_n$ $\Delta t_{U>>} = 0,3 \text{ s}$
20	Nadpět'ová ochrana - 10 minutová střední hodnota	$U_{END} = 112\% U_n$ $G_{S\_U10min} = 110\% U_n$ $A_{R\_U} = 1\% U_n$ $T_1 = 450 \text{ s}$ $T_2 = 550 \text{ s}$	
21	Podfrekvenční ochrana [81<]	1. stupeň <	$f_{START\_f<} = 47,6 \text{ Hz}$ $G_{S\_f<} = 47,5 \text{ Hz}$ $A_{R\_f} = 0,05 \text{ Hz}$ $f_{END\_f<} = 47,4 \text{ Hz}$ $\Delta t_{f<} = 0,7 \text{ s}$
		2. stupeň <<	nepožadován
22	Nadfrekvenční ochrana [81>]	1. stupeň >	$f_{START\_f>} = 51,9 \text{ Hz}$ $G_{S\_f>} = 52 \text{ Hz}$ $A_{R\_f} = 0,05 \text{ Hz}$ $f_{END\_f>} = 52,1 \text{ Hz}$ $\Delta t_{f>} = 0,7 \text{ s}$
		2. stupeň >>	nepožadován
23	Nastavitelnost a zabezpečení proti neoprávněnému přístupu k nastavení	-	

## **PŘÍLOHA II**

# **ZKUŠEBNÍ POSTUP OVĚŘENÍ SOULADU VÝROBNÍHO MODULU S POŽADAVKY PPDS: P4 NA NESYNCHRONNÍ VÝROBNÍ MODULY KATEGORIE B1 A B2**

Zkušební postup

Číslo: VUT/18320/RESLAB/ZP-ZS(nVM-B)/0823

Verze: 1.0

Datum: 30.8.2023

Stran: 25



## Normativní a nenormativní odkazy

- [1] RfG. European Commission, COMMISSION REGULATION (EU) 2016/631 of 14 April 2016 establishing a network code on requirements for grid connection of generators. [Online]. Available: [https://www.entsoe.eu/network\\_codes/rfg/](https://www.entsoe.eu/network_codes/rfg/)
- [2] PPDS:P4 2022. Pravidla provozování distribučních soustav. Příloha 4: Pravidla pro provoz výroben a akumulčních zařízení se sítí provozovatele distribuční soustavy, 2022
- [3] EN 50549-1:2019. 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
- [4] EN 50549-2:2019. Requirements for generating plants to be connected in parallel with distribution networks - Part 2: Connection to a MV distribution network - Generating plants up to and including Type B
- [5] EN 50549-10:2022. Requirements for generating plants to be connected in parallel with distribution networks Part 10. Tests for conformity assessment of generating units

## Určení

Zkušební postup je určen pro ověření souladu s požadavky:

- RfG [1] v národní specifikaci dle PPDS: P4 [2] a připojovacích podmínek příslušných provozovatelů distribučních soustav (PDS) ČR,

které se vztahují na:

- nesynchronní výrobní moduly kategorie B1 [2],
- nesynchronní výrobní moduly kategorie B2 [2],

a jsou relevantní pro výrobní moduly:

- fotovoltaické (FV),
- tvořící výrobu.

Zkušební postup pro ověření souladu vychází z EN 50549-10 [5].

## Základní vymezení a použití

V dalším se předpokládá, že výrobní je nesynchronním výrobním modulem (nVM) kategorie B1 nebo B2 s požadavky na soulad dle Nařízení EU 2016/631 (RfG) s národní implementací v Pravidlech provozování distribučních soustav: Příloha 4 (PPDS: P4) se specifikací dle provozovatele soustavy – připojovací podmínky a smlouva o připojení (SoP).

V případě fotovoltaické výrobní/výrobního modulu jsou pro ověření a prokázání souladu rozhodující vlastnosti a chování následujících komponent/zařízení výrobní: 1. síťová ochrana, 2. řídicí systém, 3. jednotlivé střídače a 4. jejich propojení a provázanost.

Jednotlivé požadavky souladu a možnosti jejich prokázání jsou specifikovány v Dokumentu nesynchronního výrobního modulu (VM) kat. B1 či B2, se zřetelem na SoP a PPDS: P4.

Ověření, doložení a prokázání lze zajistit:

- (a) zkouškami souladu komponent/zařízení
- (b) certifikátem/dokladem výrobce o souladu komponenty/zařízení nebo VM,
- (c) zkouškami souladu výrobního modulu/výrobní jako celku,
- (d) nebo simulacemi souladu.

Postupy pro ověření souladu:

- Ad (a) zkušební postupy pro ověření souladu komponent nebo dílčích zařízení VM – pro prokázání rozhodných vlastností při posuzování souladu VM, kdy objektivně nelze ověřit soulad na VM celkově, avšak soulad komponenty prokazuje požadovanou vlastnost VM;
- Ad (b) posouzení certifikátu/dokladu – pro doložení a prokázání rozhodných vlastností při posuzování souladu VM, certifikát/doklad je výstupem především (a);
- Ad (c) zkušební postup pro ověření souladu výrobní – pro prokázání rozhodných vlastností při posuzování souladu VM, kdy objektivně lze ověřit soulad pouze na VM celkově;
- Ad (d) postupy pro ověření souladu zařízení nebo VM jako celku simulacemi – pro prokázání rozhodných vlastností při posuzování souladu VM, kdy (d) je ekvivalentem k (a) a/nebo (c) v případě, že objektivně nelze ověřit soulad podle (a) a/nebo (c).

Nedílnou součástí přípravy, ve vztahu ke konkrétnímu VM, je rozbor způsobu ověření a doložení jednotlivých požadavků pomocí (a) až (d).

Pro prokázání souladu příkladové výrobní jsou předpokládány zkoušky souladu na zařízeních (a) a výrobním modulu jako celku (c). V některých případech je využito certifikátu/dokladu výrobce (b). Simulace souladu (d) nejsou předpokládány.

Přehled požadavků PPDS: P4 [2] na nesynchronní výrobní moduly kategorie B1 a B2 relevantní pro případovou výrobu (FV VM, variantně kategorie B1 a B2) a odpovídající způsoby ověření/doložení souladu jsou v Tab. 2.

Tento zkušební postup je relevantní pro zkoušky/ověření souladu dle (c). Ověření souladu komponent/zařízení dle (a) je předmětem odpovídajícího zkušební postupu.

## Přehled požadavků a způsoby ověření/doložení souladu

Přehled požadavků PPDS: P4 [2] na nesynchronní výrobní moduly kategorie B1 a B2 relevantní pro případovou výrobu (FV VM, variantně kategorie B1 a B2) a odpovídající (možné a doporučené) způsoby ověření/doložení souladu jsou v Tab. 2. Soupis je příkladový, předpokládající „konkrétní“ výrobu.

Tab. 7. Přehled relevantních požadavků na výrobní moduly kategorie B1 a B2 a způsob zajištění jejich ověření/doložení

Požadavky				Způsob ověření souladu	
Číslo	Název	PPDS: P4	Kat. VM	Ověření/doložení	Poznámka
(1)	Schopnost provozu v rámci normálního provozního rozsahu frekvence	9.1 Normální provozní podmínky 9.1.1 Provozní frekvenční rozsah vyroben v sítích nn, vn a 110 kV	B1 B2	(a) zkouška souladu střídače	Zkušební postup: VUT/18320/RESLAB/ZP-ZS(B)/0823
(2)	Přípustné snížení výkonu při podfrekvenci	9.3 Přizpůsobení činného výkonu 9.3.2 Přípustné snížení činného výkonu při podfrekvenci	B1 B2	(a) zkouška souladu střídače	Zkušební postup: VUT/18320/RESLAB/ZP-ZS(B)/0823
(3)	Schopnost provozu v rámci normálního provozního rozsahu napětí	9.1 Normální provozní podmínky 9.1.2 Rozsah trvalého provozního napětí 9.1.2.2 Výrobní elektřiny připojená do sítě vn a 110 kV	B1 B2	(a) zkouška souladu střídače	Zkušební postup: VUT/18320/RESLAB/ZP-ZS(B)/0823
(4)	Schopnost dodávat jalový výkon	9.2.1 Statické řízení napětí 9.2.1.2 Podpora napětí pomocí jalového výkonu VM A2, B1, B2, C a D	B1 B2	(a) zkouška souladu střídače	Zkušební postup: VUT/18320/RESLAB/ZP-ZS(B)/0823
(5)	Přípustné snížení jalového výkonu při odchylce napětí	9.2.1 Statické řízení napětí 9.2.1.2 Podpora napětí pomocí jalového výkonu VM A2, B1, B2, C a D	B2	(a) zkouška souladu střídače	Zkušební postup: VUT/18320/RESLAB/ZP-ZS(B)/0823
(6)	Odolnost vůči rychlým změnám frekvence –ROCOF	9.1 Normální provozní podmínky 9.1.1 Provozní frekvenční rozsah vyroben v sítích nn, vn a 110 kV	B1 B2	(a) zkouška souladu střídače	Zkušební postup: VUT/18320/RESLAB/ZP-ZS(B)/0823
(7)	Překlenutí krátkodobého poklesu napětí – LVRT	9.2.2 Dynamická podpora sítě 9.2.2.1 Překlenutí poruchy při krátkodobém poklesu napětí (Undervoltage ride through - UVRT)	B1 B2	(a) zkouška souladu střídače	Zkušební postup: VUT/18320/RESLAB/ZP-ZS(B)/0823
(8)	Překlenutí krátkodobého nárůstu napětí – OVRT	9.2.2 Dynamická podpora sítě 9.2.2.2 Překlenutí poruchy při krátkodobém nadpětí (OVRT)	B1 B2	(a) zkouška souladu střídače	Zkušební postup: VUT/18320/RESLAB/ZP-ZS(B)/0823
(9)	Obnova činného výkonu po napěťové události	9.2.2 Dynamická podpora sítě 9.2.2.4 Velikost a doba obnovy činného výkonu po krátkodobém poklesu napětí	B1 B2	(a) zkouška souladu střídače	Zkušební postup: VUT/18320/RESLAB/ZP-ZS(B)/0823
(10)	Odezva činného výkonu při nadfrekvenci -P(f)	9.3 Přizpůsobení činného výkonu 9.3.3 Frekvenční odezva činného výkonu v omezeném frekvenčně závislém režimu	B1 B2	(a) zkouška souladu střídače	Zkušební postup: VUT/18320/RESLAB/ZP-ZS(B)/0823
(11)	Odezva činného výkonu při podfrekvenci -P(f)				Není relevantní
(12)	Omezení činného výkonu při zvýšeném napětí – P(U)				Není relevantní
(13)	Rychlost změny činného výkonu	<b>9.3 Přizpůsobení činného výkonu</b> <b>9.3.6 Řízení činného výkonu v závislosti na provozních podmínkách</b>	<b>B1</b> <b>B2</b>	<b>(c) zkouška souladu výrobní</b>	<b>VUT/18320/RESLAB/ZP-ZS(nVM-B)/0823</b>

Požadavky				Způsob ověření souladu	
Číslo	Název	PPDS: P4	Kat. VM	Ověření/doložení	Poznámka
(14)	Podpora napětí jalovým výkonem Q(U)				Není relevantní
(15)	Schopnost zajišťovat umělou setrvačnost				Není sjednáno
(16)	Tlumení výkonových oscilací				Není vyžadováno
(17)	Podpora napětí jalovým proudem během poklesu napětí	9.2.2 Dynamická podpora sítě 9.2.2.3 Požadavky na zkratový proud nesynchronních VM	B2	(a) zkouška souladu střídače	Zkušební postup: VUT/18320/RESLAB/ZP-ZS(B)/0823
(18)	Priorita příspěvků jalového a činného výkonu	9.2.2 Dynamická podpora sítě 9.2.2.5 Priorita příspěvků činného nebo jalového výkonu	B2	(a) zkouška souladu střídače	Zkušební postup: VUT/18320/RESLAB/ZP-ZS(B)/0823
(19)	<b>Logické rozhraní pro řízení</b>	<b>5.1 Dálkové řízení a výměna dat</b>	<b>B1 B2</b>	<b>(c) zkouška souladu výroby</b>	<b>VUT/18320/RESLAB/ZP-ZS(nVM-B)/0823</b>
(20)	<b>Řiditelnost činného výkonu</b>	<b>9.3 Přízpusobení činného výkonu</b>	<b>B1 B2</b>	<b>(c) zkouška souladu výroby</b>	<b>VUT/18320/RESLAB/ZP-ZS(nVM-B)/0823</b>
(21)	<b>Řiditelnost jalového výkonu/účinníku</b>	<b>9.2.1 Statické řízení napětí čl. 9.4.1 Způsoby řízení jalového výkonu</b>	<b>B1 B2</b>	<b>(c) zkouška souladu výroby</b>	<b>VUT/18320/RESLAB/ZP-ZS(nVM-B)/0823</b>
(22)	<b>Regulace napětí, jalového výkonu, účinníku</b>	<b>9.4 Řízení jalového výkonu v závislosti na provozních podmínkách</b>	<b>B1 B2</b>	<b>(c) zkouška souladu výroby</b>	<b>VUT/18320/RESLAB/ZP-ZS(nVM-B)/0823</b>
(23)	Automatické odpojení (nad/podpěťové ochrany)	8 Ochrany 8.2 Výrobní elektřiny s fázovým proudem nad 16 A v sítích NN a výrobní připojené do sítí VN a 110 kV (VM A2, B1, B2, C, D)	B1	(a) zkouška souladu střídače	Zkušební postup: VUT/18320/RESLAB/ZP-ZS(B)/0823
			B2	(a) zkouška souladu síťové ochrany	Doklad výrobce
(24)	Automatické odpojení (nad/podfrekvenční ochrany)	8 Ochrany 8.2 Výrobní elektřiny s fázovým proudem nad 16 A v sítích NN a výrobní připojené do sítí VN a 110 kV (VM A2, B1, B2, C, D)	B1	(a) zkouška souladu střídače	Zkušební postup: VUT/18320/RESLAB/ZP-ZS(B)/0823
			B2	(a) zkouška souladu síťové ochrany	Doklad výrobce
(25)	Detekce ztráty úhlové stability				Není relevantní
(26)	Ochrana proti nezáměrnému ostromnímu provozu		B1 B2	(a) zkouška souladu střídače	Zkušební postup: VUT/18320/RESLAB/ZP-ZS(B)/0823
(27)	<b>Podmínky pro automatické opětovné připojení po síťové poruše</b>	<b>9.5. Automatické opětovné připojení výroben</b>	<b>B1</b>	(a) zkouška souladu střídače	Zkušební postup: VUT/18320/RESLAB/ZP-ZS(B)/0823
			<b>B2</b>	<b>(c) zkouška souladu výroby</b>	<b>VUT/18320/RESLAB/ZP-ZS(nVM-B)/0823</b>
(28)	Schopnost startu ze tmy				Není vyžadováno, není relevantní
(29)	<b>Rychlé opětovné přifázování</b>	<b>9.2.2.10 Rychlé opětovné přifázování</b>	<b>B2</b>	<b>(c) zkouška souladu výroby</b>	<b>VUT/18320/RESLAB/ZP-ZS(nVM-B)/0823</b>
(30)	<b>Komunikace a výměna informací</b>	<b>5.1 Dálkové řízení a výměna dat</b>	<b>B1 B2</b>	<b>(c) zkouška souladu výroby</b>	<b>VUT/18320/RESLAB/ZP-ZS(nVM-B)/0823</b>
(31)	<b>Přístrojové vybavení</b>	<b>5.1 Dálkové řízení a výměna dat</b>	<b>B2</b>	<b>(c) zkouška souladu výroby</b>	<b>VUT/18320/RESLAB/ZP-ZS(nVM-B)/0823</b>
(32)	Simulační modely				Nejsou vyžadovány, není relevantní

## Seznam zkratek

<b>Zkratka</b>	<b>Definice</b>
1-F	1-fázový
3-F	3-fázový
AC	Alternating current – střídavý proud
DC	Direct current – stejnosměrný proud
DS	Distribuční síť
$f_n$	Nominální frekvence
FV	Fotovoltaický
MPPT	Maximum power point tracking – sledování bodu maximálního výkonu
OVRT	Over voltage ride through – překlenutí nadpětí
$P_n$	Nominální činný výkon střídače
$P_{max}$	Maximální činný výkon střídače
PPDS: P4	Pravidla provozování distribuční soustavy, příloha 4
P(U)	Napětově závislé omezení činného výkonu
P(f)	Frekvenčně závislé omezení činného výkonu
Q(U)	Napětově závislý režim řízení jalového výkonu
RMS	Root mean square – kvadratický průměr (efektivní hodnota)
ROCOF	Rate of change of frequency – rychlost změny frekvence
ROCOV	Rate of change of voltage – rychlost změny velikosti napětí
$S_{max}$	Maximální zdánlivý výkon střídače
UVRT	Under voltage ride through – překlenutí podpětí
$U_{AVG}$	Střední velikost napětí měřených nezávisle pro každou fázi
$U_n$	Nominální napětí
VD	Voltage dip – krátkodobý pokles napětí
VM	Výrobní modul
VS	Voltage swell – krátkodobé zvýšení napětí

# 1 Logické rozhraní pro řízení (19)

---

## 1.1 Cíl zkoušky

Cílem zkoušky je ověřit, zda střídač disponuje logickým rozhraním, které umožňuje omezit dodávku činného výkonu na výstupu do předepsané doby od okamžiku obdržení pokynu podle aktuálně platných požadavek PPDS: P4.

---

## 1.2 Specifikace požadavků

Přehled relevantních požadavků kladených na VM kategorie B1 a B2 podle aktuálně platného vydání PPDS:P4 se nachází v Příloha B.

---

## 1.3 Zkušební zařízení a metoda pro posouzení souladu

Metoda aplikována v této zkoušce za účelem posouzení souladu je klasifikována jako „Test na systému pro výrobu elektřiny“ podle normy EN50549-10 [5].

Detailní popis zkušebního zařízení pro výše uvedený typ posuzování souladu se nachází v Příloha A.

---

## 1.4 Měřicí zařízení

Výkonový analyzátor:

1. Systém měření dle určeného připojení zkoušeného zařízení do napájecí AC soustavy.
  2. Bod měření je v místě připojení výrobního modulu/ v předávacím místě výroby.
  3. Měřicí okno 10 period systémové frekvence (v soustavě s nominální frekvencí 50 Hz), se záznamem po sobě jdoucích 10 periodových (~200ms) hodnot.
  4. Zaznamenávání frekvence, napětí (RMS), proudu (RMS), činného, jalového a zdánlivého výkonu v každé fázi.
- 

## 1.5 Předpoklady

Zkoušený VM disponuje logickým rozhraním pro dispečerské řízení.

Schopnost VM dosáhnout alespoň 20 % nominálního výkonu.

---

## 1.6 Zkušební procedura

Zkouška samotného logického modulu je integrována do kombinované zkoušky logického rozhraní, při níž jsou ověřovány vlastnosti dispečerského ovládání výroby manuální simulací sepnutí bezpotenciálového kontaktu RTU (remote terminal unit). Výsledky dílčích zkoušek, které jsou umožněny pouze za předpokladu existence a správné funkčnosti logického rozhraní.

---

## 1.7 Vyhodnocení dat a akceptační kritérium

Na základě vizuální kontroly a naměřených dat určit, zda VM obsahuje funkční rozhraní pro řízení výroby pomocí logického rozhraní.

## 2 Řiditelnost činného výkonu (20)

### 2.1 Cíl zkoušky

Cílem zkoušky je ověřit schopnost VM řídit její činný výkon podle aktuálně platných požadavků PPDS: P4.

### 2.2 Specifikace požadavků

Přehled relevantních požadavků kladených na VM kategorie B1 a B2 podle aktuálně platného vydání PPDS: P4 se nachází v Příloha B.

### 2.3 Zkušební zařízení a metoda pro posouzení souladu

Metoda aplikována v této zkoušce za účelem posouzení souladu je klasifikována jako „Test na systému pro výrobu elektřiny“ podle normy EN50549-10 [5].

Detailní popis zkušebního zařízení pro výše uvedený typ posuzování souladu se nachází v Příloha A.

### 2.4 Měřicí zařízení

Výkonový analyzátor:

1. Systém měření dle určeného připojení zkoušeného zařízení do napájecí AC soustavy.
2. Bod měření je v místě připojení výrobního modulu/ v předávacím místě výroby.
3. Měřicí okno 10 period systémové frekvence (v soustavě s nominální frekvencí 50 Hz), se záznamem po sobě jdoucích 10 periodových (~200ms) hodnot.
4. Zaznamenávání frekvence, napětí (RMS), proudu (RMS), činného, jalového a zdánlivého výkonu v každé fázi.

### 2.5 Předpoklady

Zkoušený VM disponuje logickým rozhraním pro dispečerské řízení a řídicím systémem umožňujícím zadání požadované velikosti činného výkonu.

Schopnost VM dosáhnout alespoň 65 % nominálního výkonu. Zkoušky říditelnosti činného výkonu při nastavení účinníku  $\cos \varphi = 1$ .

### 2.6 Zkušební procedura

Zkoušku požadavku lze povést v kombinaci se zkouškou říditelnosti jalového výkonu. Zkoušky říditelnosti činného výkonu při nastavení účinníku  $\cos \varphi = 1$ . Zkušební sekvence zkoušky říditelnosti výroby se skládala ze 2 částí.

V první části je ověřena říditelnost manuálním zadáváním omezení hodnoty činného výkonu v řídicím systému.

V druhé části je prověřena říditelnost pomocí povelů zadávaných bezpotenciálovými svorkami RTU a jejich zpětná signalizace (viz vybavení podle (19) a (30)).

### 2.7 Vyhodnocení dat a akceptační kritérium

Na základě naměřených dat určit, zda VM splňuje požadavky na říditelnost činného výkonu.

Výsledek zkoušky se považuje za vyhovující v případě, že je možné místní zadání požadované hodnoty činného výkonu i zadání simulací povelování přes RTU a požadovaná hodnota je dosažena do 1 minuty od zadání hodnoty nebo vyslání povelu a její odchylka od požadované hodnoty je max.  $\pm 5 \%$ .

## 3 Řiditelnost jalového výkonu/účinníku (21), Regulace napětí, jalového výkonu (22)

### 3.1 Cíl zkoušky

Cílem zkoušky je ověřit schopnost VM řídit její jalový výkon/účinník podle aktuálně platných požadavků PPDS: P4.

### 3.2 Specifikace požadavků

Přehled relevantních požadavků kladených na VM kategorie B1 a B2 podle aktuálně platného vydání PPDS:P4 se nachází v Příloha B.

### 3.3 Zkušební zařízení a metoda pro posouzení souladu

Metoda aplikována v této zkoušce za účelem posouzení souladu je klasifikována jako „Test na systému pro výrobu elektřiny“ podle normy EN50549-10 [5].

Detailní popis zkušebního zařízení pro výše uvedený typ posuzování souladu se nachází v Příloha A.

### 3.4 Měřicí zařízení

Výkonový analyzátor:

1. Systém měření dle určeného připojení zkoušeného zařízení do napájecí AC soustavy.
2. Bod měření je v místě připojení výrobního modulu/ v předávacím místě výroby.
3. Měřicí okno 10 period systémové frekvence (v soustavě s nominální frekvencí 50 Hz), se záznamem po sobě jdoucích 10 periodových (~200ms) hodnot.
4. Zaznamenávání frekvence, napětí (RMS), proudu (RMS), činného, jalového a zdánlivého výkonu v každé fázi.

### 3.5 Předpoklady

Zkoušený VM disponuje logickým rozhraním pro dispečerské řízení a řídicím systémem umožňujícím zadání požadované velikosti jalového výkonu/účinníku.

Schopnost VM dosáhnout alespoň 20 % nominálního výkonu.

### 3.6 Zkušební procedura

Zkouška říditelnosti a regulace jalového výkonu se skládá ze 2 částí:

- Zkouška poskytování jalového výkonu manuálním zadáním jalového výkonu/účinníku v řídicím systému,
- Zkouška simulací dispečerských povelů na nastavení jalového výkonu/účinníku z RTU.

### 3.7 Vyhodnocení dat a akceptační kritérium

Výsledek zkoušky je považován za úspěšný v případě, že:

- je při odběru činného výkonu výrobnou udržen účinník v intervalu 0,95 – 1,00 induktivní,
- výroba disponuje možností dispečerské regulace jalového výkonu v předepsaných stupních, jichž dosáhne do 1 minuty po obdržení povelu (přesnost nastavení není požadována).



## 4 Podmínky pro automatické opětovné připojení po síťové poruše (27)

### 4.1 Cíl zkoušky

Cílem zkoušky je ověřit soulad chování VM při automatickém opětovném připojení po síťové poruše s aktuálně platnými požadavky PPDS: P4.

### 4.2 Specifikace požadavků

Přehled relevantních požadavků kladených na VM kategorie B1 a B2 podle aktuálně platného vydání PPDS:P4 se nachází v Příloha B.

### 4.3 Zkušební zařízení a metoda pro posouzení souladu

Metoda aplikována v této zkoušce za účelem posouzení souladu je klasifikována jako „Test na systému pro výrobu elektřiny“ podle normy EN50549-10 [5].

Detailní popis zkušebního zařízení pro výše uvedený typ posuzování souladu se nachází v Příloha A.

### 4.4 Měřicí zařízení

Výkonový analyzátor:

1. Systém měření dle určeného připojení zkoušeného zařízení do napájecí AC soustavy.
2. Bod měření je v místě připojení výrobního modulu/ v předávacím místě výroby.
3. Měřicí okno 10 period systémové frekvence (v soustavě s nominální frekvencí 50 Hz), se záznamem po sobě jdoucích 10 periodových (~200ms) hodnot.
4. Zaznamenávání frekvence, napětí (RMS), proudu (RMS), činného, jalového a zdánlivého výkonu v každé fázi.

### 4.5 Předpoklady

Schopnost VM dosáhnout alespoň 20 % nominálního výkonu.

### 4.6 Zkušební procedura

Zkouška souladu výrobního modulu s požadavkem na automatické opětovné připojení VM je prováděna simulací síťové poruchy – přerušení napájení.

1. Spuštění záznamu.
2. Simulace ztráty síťového napětí.
3. Vizuální kontrola odpojení VM sledováním měřených hodnot v předávacím místě.
4. Obnovení napájení VM.
5. Sledování doby, za kterou se VM začne připojovat a rychlosti najíždění dodávky činného výkonu.

### 4.7 Vyhodnocení dat a akceptační kritérium

Z naměřených dat je třeba vyhodnotit prodlevu opětovného připojení VM po obnovení napětí na VM a rychlost následného nárůstu dodávaného výkonu. Přitom prodleva musí být sledovací dobou stability napětí/frekvence v předepsaných mezích.

Výsledek zkoušky se považuje za vyhovující, pokud je splněno následující:

- VM nezahájí proces opětovné výroby, pokud je mimo dovolené napět'ové nebo frekvenční meze;
- VM se nezahájí výrobu před uplynutím sledovací doby za předpokladu, že napětí nebo frekvence jsou během sledovací doby neustále v povolených mezích;
- rychlost náběhu činného výkonu, vyhodnocovaná pro každou minutu, zůstává pod předepsanou limitní hodnotou s tolerancí +1 %  $P_n$ /min nebo u neregulovatelných nebo částečně regulovatelných střídačů dojde k připojení v žádaném časovém intervalu nebo později.

## 5 Rychlé opětovné přifázování (29)

### 5.1 Cíl zkoušky

Cílem zkoušky je ověřit schopnost VM rychlého opětovného přifázování podle aktuálně platného požadavku definovaného v PPDS: P4.

### 5.2 Specifikace požadavků

Přehled relevantních požadavků kladených na VM kategorie B2 podle aktuálně platného vydání PPDS:P4 se nachází v Příloha B.

### 5.3 Zkušební zařízení a metoda pro posouzení souladu

Metoda aplikována v této zkoušce za účelem posouzení souladu je klasifikována jako „Test na systému pro výrobu elektřiny“ podle normy EN50549-10 [5].

Detailní popis zkušebního zařízení pro výše uvedený typ posuzování souladu se nachází v Příloha A.

### 5.4 Měřicí zařízení

Výkonový analyzátor:

1. Systém měření dle určeného připojení zkoušeného zařízení do napájecí AC soustavy.
2. Bod měření je v místě připojení výrobního modulu/ v předávacím místě výroby.
3. Měřicí okno 10 period systémové frekvence (v soustavě s nominální frekvencí 50 Hz), se záznamem po sobě jdoucích 10 periodových (~200ms) hodnot.
4. Zaznamenávání frekvence, napětí (RMS), proudu (RMS), činného, jalového a zdánlivého výkonu v každé fázi.

### 5.5 Předpoklady

Schopnost VM dosáhnout alespoň 20 % nominálního výkonu.

### 5.6 Zkušební procedura

Soulad s požadavkem na rychlé opětovného přifázování je ověřen v rámci zkoušky vzdáleného zadávání omezené velikosti činného výkonu simulací sepnutí beznapěťových vstupů RTU. Po omezení dodávaného výkonu povel P1 na 0 %  $P_n$  je výkon uvolněn následným povel P4.

### 5.7 Vyhodnocení dat a akceptační kritérium

Na základě naměřených dat určit, zda se zařízení v průběhu zkoušky neodpojilo od sítě a obnovilo podle požadavku dodávku do sítě.

Zkouška je považována za vyhovující, dokáže-li se výroba opětovně přifázovat po uvolnění povelu na snížení dodávaného činného výkonu na 0 %  $P_n$  a z vypnutého stavu.

## 6 Komunikace a výměna informací (30)

### 6.1 Cíl zkoušky

Cílem zkoušky je ověřit požadavky na rozsah a provedení komunikace a výměnu informací podle aktuálně platného požadavku definovaného v PPDS: P4.

### 6.2 Specifikace požadavků

Přehled relevantních požadavků kladených na VM kategorie B1 a B2 podle aktuálně platného vydání PPDS:P4 se nachází v Příloha B.

### 6.3 Zkušební zařízení a metoda pro posouzení souladu

Metoda aplikována v této zkoušce za účelem posouzení souladu je klasifikována jako „Test na systému pro výrobu elektřiny“ podle normy EN50549-10 [5].

Detailní popis zkušebního zařízení pro výše uvedený typ posuzování souladu se nachází v Příloha A.

### 6.4 Měřicí zařízení

Výkonový analyzátor:

1. Systém měření dle určeného připojení zkoušeného zařízení do napájecí AC soustavy.
2. Bod měření je v místě připojení výrobního modulu/ v předávacím místě výroby.
3. Měřicí okno 10 period systémové frekvence (v soustavě s nominální frekvencí 50 Hz), se záznamem po sobě jdoucích 10 periodových (~200ms) hodnot.
4. Zaznamenávání frekvence, napětí (RMS), proudu (RMS), činného, jalového a zdánlivého výkonu v každé fázi.

### 6.5 Předpoklady

Schopnost VM dosáhnout alespoň 20 % nominálního výkonu.

### 6.6 Zkušební procedura

Soulad je ověřen kontrolou vybavenosti pro zajištění komunikace a výměny informací v souladu se specifikací provozovatele distribuční soustavy.

V rámci zkoušek (20) až (29) je zkoušeno rozhraní pro měření napětí a proudů z měřicích převodníků a jsou monitorovány stavy zpětné signalizace

### 6.7 Vyhodnocení dat a akceptační kritérium

Z naměřených dat určit funkčnost zpětné signalizace.

Výsledek zkoušky se považuje za vyhovující v případě, že:

- výroba obsahuje svorkovnicí s měřicími výstupy,
- výroba přijímá povel a reguluje na hodnotu dle definovaného povelu,
- výroba signalizuje příjem povelu příslušnou signalizací (aktivní signalizace smí být v každém časovém okamžiku právě 1 pro signalizaci nastavení činného výkonu a právě 1 pro signalizaci nastavení jalového výkonu).

## **7 Přístrojové vybavení (31)**

---

### **7.1 Cíl zkoušky**

Cílem zkoušky je ověřit předepsanou vybavenost VM B2 podle aktuálně platných požadavky PPDS: P4.

---

### **7.2 Specifikace požadavků**

Přehled relevantních požadavků kladených na VM kategorie B2 podle aktuálně platného vydání PPDS:P4 se nachází v Příloha B.

---

### **7.3 Zkušební zařízení a metoda pro posouzení souladu**

Metoda aplikována v této zkoušce za účelem posouzení souladu je klasifikována jako „Test na systému pro výrobu elektřiny“ podle normy EN50549-10 [5].

Detailní popis zkušebního zařízení pro výše uvedený typ posuzování souladu se nachází v Příloha A.

---

### **7.4 Měřicí zařízení**

Měřicí zařízení není relevantní.

---

### **7.5 Předpoklady**

Nejsou specifikovány

---

### **7.6 Zkušební procedura**

Ověření instalace, připojení a provozu měřicích zařízení, a kontrola plnění požadavků na měření z datových listů nasazených přístrojů.

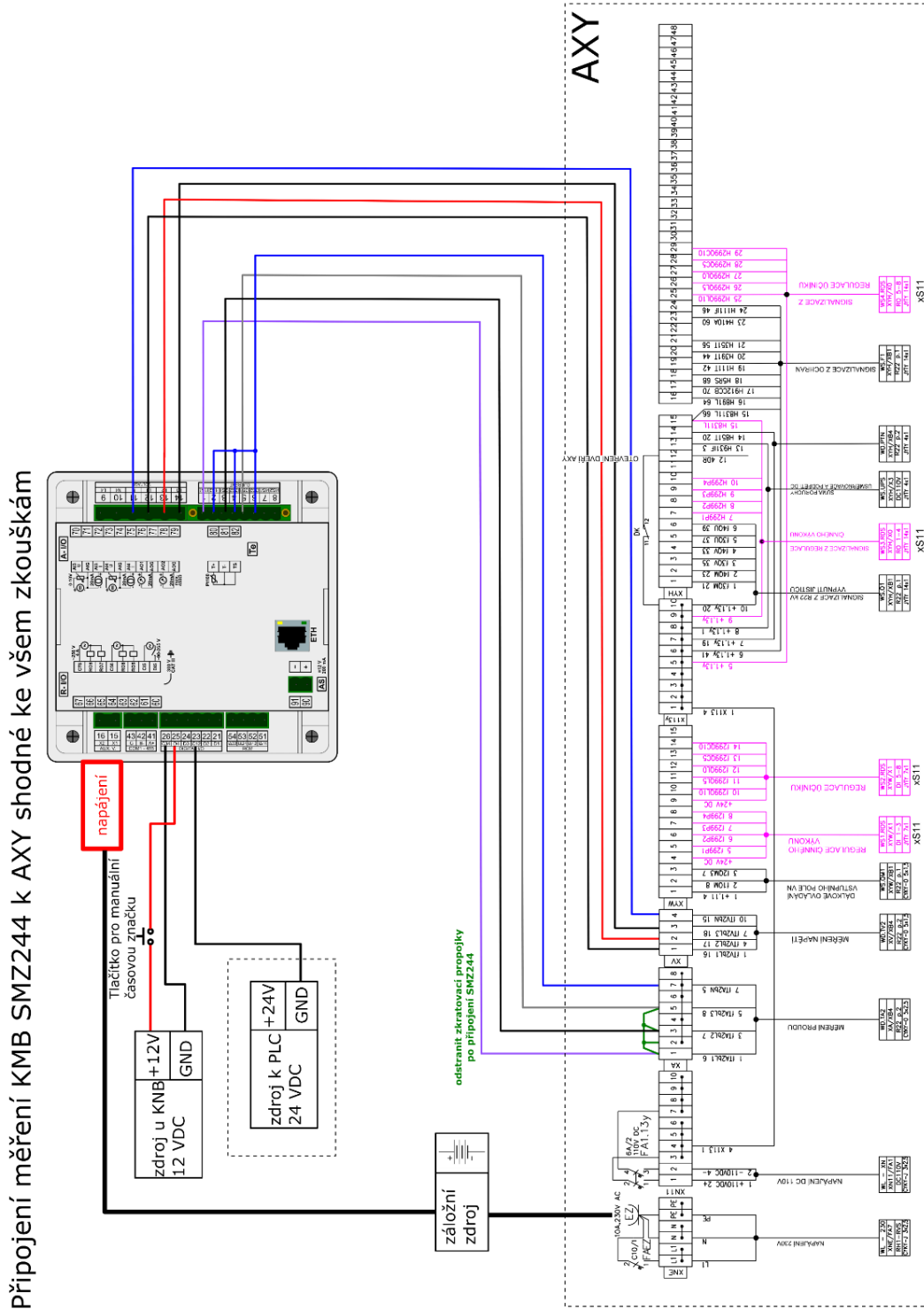
---

### **7.7 Vyhodnocení dat a akceptační kritérium**

Výsledek ověření je považován za vyhovující, obsahuje-li výrobná dané přístrojové vybavení.

# Příloha A: Zapojení zkušebního zařízení pro ověření souladu VM

Schéma zapojení použitého měřicího systému pro zkoušky souladu VM, příkladově pro FV výrobu kat. B s provedením dle požadavků EG.D., je na Obr. 35 a Obr. 36. Seznam vybavení a zařízení zkušebního zařízení je uveden v Tab. 8.



Obr. 35. Schéma zapojení zkušebního zařízení pro zkoušky souladu FV výroby



Tab. 8. Seznam vybavení

Typ zařízení	Produktové označení
Výkonový analyzátor	KMB SMZ244
Zdroj	12 V DC
Zdroj	24 V DC

Tab. 9. Nejistoty měření měřicího přístroje

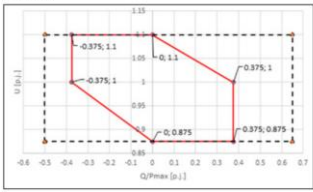
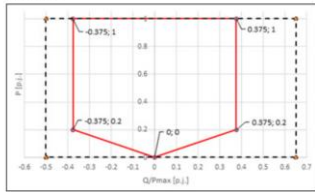
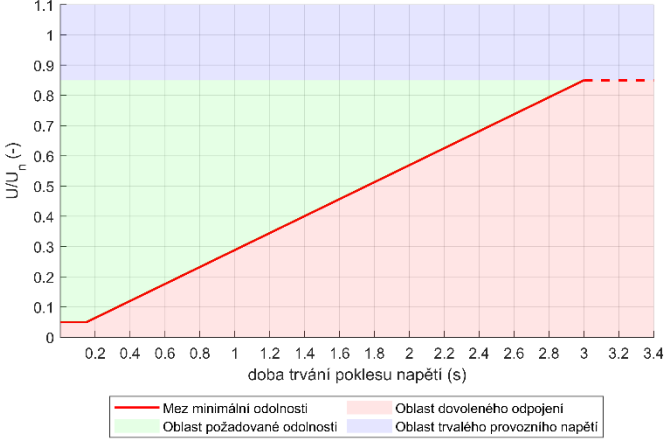
Měřicí přístroj	Veličina	Základní nejistota	Datum kalibrace
<b>KMB SMZ244</b>	Frekvence	$\pm 5$ mHz	10/2022
	Napětí	$\pm 0,05$ % rdg. $\pm 0,01$ % f.s.	
	Proud	$\pm 0,05$ % rdg. $\pm 0,01$ % f.s.	
	Výkon (činný/jalový)	$\pm 0,1$ % rdg. $\pm 0,01$ % f.s. (PF= 1 nebo 0) $\pm 0,2$ % rdg. $\pm 0,01$ % f.s. ( $0,5 \leq \text{PF} \leq 0,87$ )	
	PF, $\cos \varphi$	$\pm 0,01$	

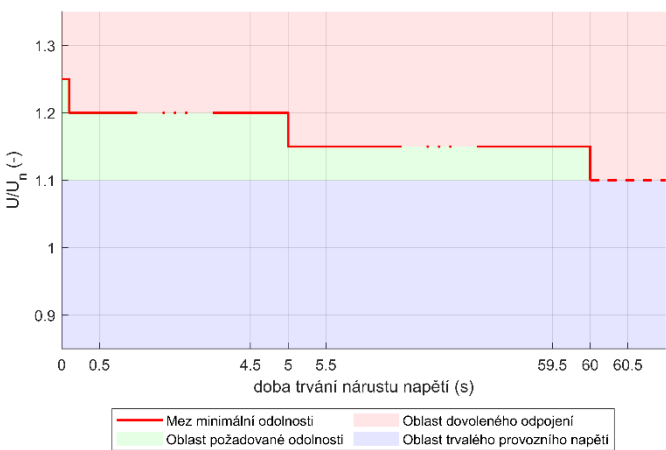


## Příloha B:

### Přehled aktuálně platných relevantních požadavků PPDS: P4 na nesynchronní VM kategorie B1 a B2 (FV výroba)

Ustanovení relevantních dokumentů	Popis požadavků a akceptační kritérium										
(1) Schopnost provozu v rámci normálního provozního rozsahu frekvence											
PPDS:P4: 9.1 Normální provozní podmínky 9.1.1 Provozní frekvenční rozsah výroben v sítích nn, vn a 110 kV	Požadavky na minimální doby provozu v příslušných rozsazích frekvence: <table border="1" style="margin: 10px auto;"> <thead> <tr> <th>Rozsah frekvence</th> <th>Minimální doba provozu</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>47,5-48,5 Hz</td> <td>30 min</td> </tr> <tr> <td>48,5-49 Hz</td> <td>90 min</td> </tr> <tr> <td>49-51 Hz</td> <td>neomezeně</td> </tr> <tr> <td>51-51,5 Hz</td> <td>30 min</td> </tr> </tbody> </table> <p>Výsledek zkoušky se považuje za vyhovující, pokud zařízení zůstalo připojeno k síti a dodávka činného výkonu je během celého testu stabilní, což znamená, že 200ms agregované hodnoty činného výkonu se nachází v tolerančním pásmu <math>\pm 10\%</math> P<sub>n</sub> od požadované hodnoty se zohledněním nejistoty měření. Je dovoleno snížení dodávky činného výkonu při podfrekvenci a snížení dodávky činného výkonu při nadfrekvenci v souladu s aktuálně platnými předpisy PPDS (kapitola 9.3.2 Přípustné snížení činného výkonu při podfrekvenci, resp. kapitola 9.3.1 Snížení činného výkonu při nadfrekvenci).</p> <p>Pracovní rozsah je určen střídači. Řídicí systém výroby ani síťová ochrana (kromě pásma svého působení) tuto vlastnost neovlivňují.</p>	Rozsah frekvence	Minimální doba provozu	47,5-48,5 Hz	30 min	48,5-49 Hz	90 min	49-51 Hz	neomezeně	51-51,5 Hz	30 min
Rozsah frekvence	Minimální doba provozu										
47,5-48,5 Hz	30 min										
48,5-49 Hz	90 min										
49-51 Hz	neomezeně										
51-51,5 Hz	30 min										
(2) Přípustné snížení činného výkonu při podfrekvenci											
PPDS:P4: 9.3 Přízpůsobení činného výkonu 9.3.2 Přípustné snížení činného výkonu při podfrekvenci	<p>Přípouští se snížení maximálního výkonu při poklesu frekvence sítě pod hodnotu 49 Hz s maximální mírou snížení 2 % P<sub>max</sub>/Hz. To platí pro jmenovité podmínky okolního prostředí stanovené výrobcem zařízení. K takovému snížení může dojít pouze v oprávněných případech s ohledem na technické schopnosti výrobních modulů. V ideálním případě nedochází při podfrekvenci ke snižování činného výkonu na výstupu VM.</p> <p>Výsledek zkoušky se považuje za vyhovující, pokud míra snížení činného výkonu je stejná nebo nižší, než maximální dovolená míra snížení definována v aktuálně platném vydání PPDS (kapitola 9.3.2 Přípustné snížení činného výkonu při podfrekvenci).</p> <p>Pracovní rozsah/odolnost jsou určeny střídači. Řídicí systém výroby ani síťová ochrana (kromě pásma svého působení) tuto vlastnost neovlivňují.</p>										
(3) Schopnost provozu v rámci normálního provozního rozsahu napětí											
PPDS:P4: 9.1 Normální provozní podmínky 9.1.2 Rozsah trvalého provozního napětí 9.1.2.2 Výrobní elektriny připojená do sítě VN a 110 kV	<p>Výrobní elektriny kategorie B1 a B2 připojena do sítě vn a 110 kV musí být schopna trvalého provozu v rozsazích napětí minimálně během definovaných dob podle následující tabulky:</p> <table border="1" style="margin: 10px auto;"> <thead> <tr> <th>Rozsah napětí</th> <th>Minimální doba provozu</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>0,85 p.j. – 0,90 p.j.</td> <td>60 min</td> </tr> <tr> <td>0,90 p.j. – 1,118 p.j.</td> <td>neomezeně</td> </tr> <tr> <td>1,118 p.j. – 1,15 p.j.</td> <td>60 min</td> </tr> </tbody> </table> <p>Výsledek zkoušky se považuje za vyhovující, pokud zařízení zůstalo připojeno k síti a dodávka činného výkonu je stabilní, což znamená, že 200ms agregované hodnoty činného výkonu se nachází v tolerančním pásmu <math>\pm 10\%</math> P<sub>n</sub> od požadované hodnoty se zohledněním nejistoty měření. Je dovolená změna dodávky činného výkonu v reakci na změny napětí v souladu s aktuálně platnými předpisy PPDS (kapitola 9.2 Zásady podpory sítě) a také snížení výstupního výkonu odpovídající relativní změně napětí (U<sub>n</sub>)/U<sub>n</sub>.</p> <p>Pracovní rozsah je určen střídači. Řídicí systém výroby ani síťová ochrana (kromě pásma svého působení) tuto vlastnost neovlivňují.</p>	Rozsah napětí	Minimální doba provozu	0,85 p.j. – 0,90 p.j.	60 min	0,90 p.j. – 1,118 p.j.	neomezeně	1,118 p.j. – 1,15 p.j.	60 min		
Rozsah napětí	Minimální doba provozu										
0,85 p.j. – 0,90 p.j.	60 min										
0,90 p.j. – 1,118 p.j.	neomezeně										
1,118 p.j. – 1,15 p.j.	60 min										
(4) Schopnost dodávat jalový výkon u nesynchronních VM											
(5) Přípustné snížení jalového výkonu při odchylce napětí											
PPDS:P4: 9.2.1 Statické řízení napětí	<p>VM má schopnost dodávky jalového výkonu dle požadavku stanoveném PDS v technických podmínkách připojení v souladu s Přílohou 4 PPDS.</p> <p>Nesynchronní výrobní modul B2, C a D musí být schopen pracovat při maximálním dodávaném činném výkonu v rámci diagramu uvedeném na obrázku.</p>										

Ustanovení relevantních dokumentů	Popis požadavků a akceptační kritérium
	<p>Obrázek 1 </p> <p>Obrázek 2 </p> <p>Při dodávaném výkonu nižším, než je maximální, musí být výrobní modul schopen pracovat v rámci diagramu stanoveném na obrázku 2. Musí být prokázáno, že VM je schopen podle čl. 21 odst. 3 a), b) a c) RfG dodávat/odebírat jalový výkon</p> <p>Zkouška je považována za vyhovující pokud je výrobní modul schopný dodávky jalového výkonu dle uvedených podmínek.</p> <p>Pracovní rozsah je určen střídači. Řídicí systém výrobní (kromě povelů z RTU) ani síťová ochrana (kromě pásma svého působení) tuto vlastnost neovlivňují.</p>
<b>(6) Odolnost vůči rychlým změnám frekvence –ROCOF</b>	
<p>PPDS:P4: 9.1 Normální provozní podmínky 9.1.1 Provozní frekvenční rozsah výroben v sítích nn, vn a 110 kV</p>	<p>Výrobní modul musí také odolat časovým změnám frekvence sítě (RoCoF) do hodnoty <math>\pm 2</math> Hz/s.</p> <p>Výsledek zkoušky se považuje za vyhovující, pokud se výrobní neodpojí v případě časové změny frekvence do hodnoty <math>\pm 2</math> Hz/s, přičemž RoCoF je měřena jako střední hodnota derivace frekvence v časovém intervalu 500 ms.</p> <p>Odolnost určena střídači. Řídicí systém výrobní ani síťová ochrana (kromě pásma svého působení) tuto vlastnost neovlivňují.</p>
<b>(7) Překlenutí krátkodobého poklesu napětí – LVRT</b>	
<p>PPDS:P4: 9.2.2 Dynamická podpora sítě 9.2.2.1 Překlenutí poruchy při krátkodobém poklesu napětí (Undervoltage ride through - UVRT)</p>	<p>Na nesynchronní výrobní moduly kategorie B1 a B2 se vztahuje požadavek na odolnost definovaný křivkou zobrazenou na následujícím obrázku.</p>  <p>Výsledek zkoušky se považuje za vyhovující, když zařízení zůstane v provozu (nedojde k odpojení od sítě) v minimálně ve dvou ze tří sérií poklesů napětí.</p> <p>Odolnost určena střídači. Řídicí systém výrobní ani síťová ochrana (kromě pásma svého působení) tuto vlastnost neovlivňují. Obě zařízení jsou napojena na zálohované napájení. Nastavení střídačů respektuje skutečný napěťový převod VN/NN.</p>
<b>(8) Překlenutí krátkodobého nárůstu napětí – OVRT</b>	
<p>PPDS:P4: 9.2.2 Dynamická podpora sítě 9.2.2.2 Překlenutí poruchy při krátkodobém nárůstu napětí (OVRT)</p>	<p>Na nesynchronní výrobní moduly kategorie B2 se vztahuje požadavek na odolnost definovaný křivkou zobrazenou na následujícím obrázku.</p>

Ustanovení relevantních dokumentů	Popis požadavků a akceptační kritérium										
	 <p>Výsledek zkoušky se považuje za vyhovující, když zařízení zůstane v provozu (nedojde k odpojení od sítě) v minimálně ve dvou ze tří sérií nárůstů.</p> <p>Odolnost určena střídači. Řídicí systém výroby ani síťová ochrana (kromě pásma svého působení) tuto vlastnost neovlivňují. Obě zařízení jsou napojena na zálohované napájení. Nastavení střídačů respektuje skutečný napěťový převod VN/NN.</p>										
<b>(9) Obnova činného výkonu po poruše u nesynchronních VM</b>											
<p>PPDS:P4: 9.2.2.4 Obnova činného výkonu po poruše u nesynchronních VM</p>	<p>Nesynchronní výrobní moduly kategorie B1 a B2 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 výrobní modul dodává během poruchy prioritně jalový výkon, obnova činného výkonu se zahájí po dosažení 95 % napětí v místě připojení a ukončí se do 1 s.</p> <p>Výsledek zkoušky se považuje za vyhovující, pokud platí, že:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• střídač je schopen obnovit dodávku činného výkonu po poruše na původní hodnotu v rámci předepsané tolerance, naměřená doba obnovy je nižší nebo rovná požadované době pro obnovení činného výkonu po poruše.</li> </ul> <p>Vlastnost je zajištěna střídači. Řídicí systém výroby ani síťová ochrana (kromě pásma svého působení) tuto vlastnost neovlivňují.</p>										
<b>(10) Odezva v omezeném frekvenčně závislém režimu při nadfrekvenci</b>											
<p>PPDS:P4: 9.3 Přízpůsobení činného výkonu 9.3.3 Frekvenční odezva činného výkonu v omezeném frekvenčně závislém režimu</p>	<p>Výrobní s VM kategorie B1 a B2 musí být schopny aktivovat poskytování frekvenční odezvy činného výkonu s parametry a vlastnostmi shrnutými v následující tabulce. Poslední řádek tabulky vychází také z EN 50549-2, podle které má být rychlost nárůstu výkonu po deaktivaci funkce shodná s rychlostí nárůstu výkonu po automatickém opětovném připojení po poruše.</p> <table border="1" data-bbox="430 1478 1098 1747"> <thead> <tr> <th>Referenční výkon</th> <th>Aktuální výstupní výkon v okamžiku aktivace funkce</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Statika <math>s</math></td> <td>5 %</td> </tr> <tr> <td>Prahová hodnota pro aktivaci <math>f_{TH}</math></td> <td>50,2 Hz</td> </tr> <tr> <td>Prahová hodnota pro deaktivaci <math>f_{STOP}</math></td> <td>50,05 Hz</td> </tr> <tr> <td>Rychlost nárůstu výkonu po deaktivaci funkce</td> <td>10 % <math>P_n</math>/min</td> </tr> </tbody> </table> <p>Výsledek zkoušky se považuje za vyhovující, pokud jsou parametry odezvy v souladu s aktuálně platnými požadavky PPDS, a tedy:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>5. k aktivaci a deaktivaci funkce dojde v správném rozmezí frekvencí (<math>f_2-f_3</math> resp. <math>f_1-f_2</math>),</li> <li>6. odchylka 1 minutových středních hodnot od očekávaného výkonu, který je daný požadovanou statikou a referenčním výkonem, není vyšší než 10 % <math>P_n</math> pro všechny ověřované úrovně frekvence,</li> <li>7. rychlost nárůstů výkonu není větší než rychlost požadovaná při opětovném automatickém připojení po poruše,</li> </ol> <p>při zvýšení disponibilního výkonu střídače nedošlo k nárůstu výstupního výkonu nad limitní hodnotu danou regulační charakteristikou vypočtenou v okamžiku aktivace funkce na základě referenčního výkonu a nastavené statiky.</p>	Referenční výkon	Aktuální výstupní výkon v okamžiku aktivace funkce	Statika $s$	5 %	Prahová hodnota pro aktivaci $f_{TH}$	50,2 Hz	Prahová hodnota pro deaktivaci $f_{STOP}$	50,05 Hz	Rychlost nárůstu výkonu po deaktivaci funkce	10 % $P_n$ /min
Referenční výkon	Aktuální výstupní výkon v okamžiku aktivace funkce										
Statika $s$	5 %										
Prahová hodnota pro aktivaci $f_{TH}$	50,2 Hz										
Prahová hodnota pro deaktivaci $f_{STOP}$	50,05 Hz										
Rychlost nárůstu výkonu po deaktivaci funkce	10 % $P_n$ /min										

Ustanovení relevantních dokumentů	Popis požadavků a akceptační kritérium
	Funkce určena střídači. Řídicí systém výroby ani síťová ochrana (kromě pásma svého působení) tuto vlastnost neovlivňují. Výrobní vyhovuje požadavku s odchylkou. Prokázání souladu je v protokolu 001/08/2023-VUT/18320/RESLAB/ZS.
<b>(13) Rychlosti změny činného výkonu</b>	
PPDS:P4: 9.3.6 Řízení činného výkonu v závislosti na provozních podmínkách	<p>Výrobní modul musí být schopen zvyšovat výkon gradientem alespoň 2 % Pn/min, ale ne rychleji než 40 % Pn/min.</p> <p>Výrobní modul musí být schopen snižovat výkon gradientem alespoň -2 % Pn/min, ale ne rychleji než 40 % Pn/min.</p> <p>Při omezení činného výkonu vzrůstem frekvence může být činný výkon opět zvyšován teprve po návratu frekvence na hodnotu <math>f \leq 50,1</math> Hz. Rozsah necitlivosti musí být do 10 mHz.</p> <p>Výsledek je považován za vyhovující, pokud se činný výkon v případech s definovanou rychlostí změny činného výkonu (nikoliv v případě povelování, kdy je definován čas dosažení požadované hodnoty) zvyšuje/snižuje s v mezích definovaného gradientu.</p> <p>Vlastnost je zajištěna střídači při jakékoliv autonomní změně činného výkonu, tedy kromě povelů z bezpečnostního řídicího systému (přes RTU a řídicí systém výroby).</p>
<b>(17) Podpora napětí jalovým proudem během zkratu</b>	
PPDS:P4: 9.2.2 Dynamická podpora sítě 9.2.2.3 Požadavky na zkratový proud nesynchronních VM	<p>Princip požadavku na dodávku poruchového jalového proudu je znázorněn na následujícím obrázku.</p> <p>Požadovanou velikost poruchového proudu udává následující vztah: <math>D_i = k \cdot D_u</math>,            kde:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- <math>D_i</math> - příspěvek okamžité hodnoty proudu v procentech jmenovitého proudu,</li> <li>- <math>k</math> - koeficient, vyjadřující dosah proudu jalového charakteru (závislý především na <math>u_k</math> transformátoru),</li> <li>- <math>D_u</math> - odchylka napětí od jmenovité hodnoty v procentech.</li> </ul> <p>Podle PPDS:P4 má být velikost <math>k</math> v rozsahu <math>2 \leq k \leq 6</math></p> <div data-bbox="470 1108 1077 1579" style="text-align: center;"> </div> <p>Výsledek zkoušky se považuje za vyhovující, pokud velikost dodávaného jalového proudu odpovídá požadavkům v rámci dovolené tolerance.</p> <p>Dynamická podpora napětí jalovým proudem je zajištěna střídači. Řídicí systém výroby ani síťová ochrana (kromě pásma svého působení) tuto vlastnost neovlivňují.</p>
<b>(18) Priorita příspěvků činného nebo jalového výkonu u nesynchronních VM</b>	
PPDS:P4 <sup>c)</sup> : 9.2.2 Dynamická podpora sítě 9.2.2.5 Priorita příspěvků činného nebo jalového výkonu	<p>Nesynchronní výrobní moduly kategorie B2 musí dodávat prioritně jalový výkon před činným.</p> <p>Výsledek zkoušky se považuje za vyhovující, pokud bylo na základě naměřených dat prokázáno, že testovaný střídač dodával prioritně jalový výkon během poruchy. To znamená, že v případě potřeby dochází i k omezení činného výkonu po dobu podpory jalovým výkonem.</p> <p>Vlastnost zajištěna střídači.</p>

Ustanovení relevantních dokumentů	Popis požadavků a akceptační kritérium				
<b>(19) Logický modul</b>					
PPDS:P4 <sup>o</sup> : 5.1 Dálkové řízení a výměna dat	<p>VM je vybaven logickým rozhraním (vstupním portem) pro snížení nebo přerušení dodávky činného výkonu, který umožňuje do pěti sekund po obdržení pokynu na tento port snížit nebo přerušit dodávku činného výkonu na výstupu.</p> <p>Doba odezvy na požadavek pro změnu výkonu nesynchronní VM: 1 minuta. Přípustná odchylka skutečného činného výkonu od požadovaného je <math>\pm 5\%</math>.</p> <p>Povel pro řízení činného výkonu. Je pravděpodobné, že v budoucnu může být požadováno navýšení regulačních stupňů (zjemnění regulace)</p> <p>1.1. Povel P1, nastavení jmenovitého % výkonu zdroje -f299P1            1.2. Povel P2, nastavení jmenovitého % výkonu zdroje -f299P2            1.3. Povel P3, nastavení jmenovitého % výkonu zdroje -f299P3            1.4. Povel P4, nastavení jmenovitého % výkonu zdroje (základní provozní stav) -f299P4</p> <p>Výsledek zkoušky se považuje za vyhovující, pokud výrobná disponuje logickým rozhraním na snížení činného výkonu a činný výkon výrobný se po obdržení povelu sníží na požadovanou hodnotu. Přípustná odchylka skutečného činného výkonu od požadovaného je <math>\pm 5\%</math>. Za rozhodný činný výkon se považuje 10periodová hodnota činného výkonu na 1. harmonické frekvenci síťové frekvence 50 Hz.</p> <p>Řízení výkonu / binární povelování výrobný z RTU je zajištěno přes řídicí systém výrobný a komunikaci se střídači.</p>				
<b>(20) Řiditelnost činného výkonu</b>					
PPDS:P4: 9.3 Přizpůsobení činného výkonu	<p>Regulační systém výrobního modulu musí být schopen upravovat zadanou hodnotu činného výkonu v souladu s níže uvedenou tabulkou. PDS stanoví dobu, během níž musí být zadaná hodnota činného výkonu dosažena. Součástí zkoušky je ověření místního zadání hodnoty činného výkonu.</p> <table border="1" data-bbox="432 1003 1104 1066"> <thead> <tr> <th data-bbox="432 1003 663 1037">Primární zdroj</th> <th data-bbox="663 1003 1104 1037">Doba pro dosažení žádané hodnoty</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td data-bbox="432 1037 663 1066">Nesynchronní VM</td> <td data-bbox="663 1037 1104 1066">1 minuta</td> </tr> </tbody> </table> <p>Přípustná odchylka skutečného činného výkonu od požadované hodnoty je <math>\pm 5\%</math>.</p> <p>Výsledek zkoušky se považuje za vyhovující v případě, že je možné místní zadání požadované hodnoty činného výkonu i zadání simulací povelování přes RTU a požadovaná hodnota je dosažena do 1 minuty od zadání hodnoty nebo vyslání povelu a její odchylka od požadované hodnoty je max. <math>\pm 5\%</math>.</p> <p>Řízení výkonu výrobný je zajištěno řídicím systémem výrobný a komunikací se střídači. Autonomní řízení P(U) nesmí být u střídačů aktivní.</p>	Primární zdroj	Doba pro dosažení žádané hodnoty	Nesynchronní VM	1 minuta
Primární zdroj	Doba pro dosažení žádané hodnoty				
Nesynchronní VM	1 minuta				
<b>(21) Řiditelnost účinníku/jalového výkonu</b>					
PPDS:P4: 9.2.1 Statické řízení napětí čl. 9.4.1 Způsoby řízení jalového výkonu	<p>Řízení účinníku výrobný je zajištěno řídicím systémem výrobný a komunikací se střídači. Autonomní řízení Q(U) nesmí být u střídačů aktivní.</p>				
<b>(22) Regulace napětí, jalového výkonu, účinníku u nesynchronních VM</b>					
PPDS:P4: 9.2.1 Statické řízení napětí 9.4 Řízení jalového výkonu v závislosti na provozních podmínkách	<p>Řízení účinníku a jalového výkonu</p> <p>1) Žadatel musí zajistit řiditelnost účinníku v předávacím místě v rozsahu 0,9 kapacitní až 0,9 induktivní, a to při dodávce činného výkonu do distribuční sítě PDS, která je vyšší než 10 % rezervovaného výkonu Výrobný, dle požadavku Provozovatele DS.</p> <p>2) Pokud Provozovatel DS nestanoví jinak, musí být při dodávce činného výkonu (výroba) dodržen účinník v intervalu 0,98 až 1 induktivní.</p> <p>3) Při odběru činného příkonu (spotřeba) musí být účinník v intervalu <math>\cos(\varphi) = 0,95</math> až 1 induktivní.</p> <p>Regulace jalového výkonu</p> <p>1) V běžných případech se využívá řízení jalového výkonu z dispečinku v následujících stupních:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- <math>Q_{10} &gt; \cos \varphi = 0,90</math> induktivní účinník</li> <li>- <math>Q_5 &gt; \cos \varphi = 0,95</math> induktivní účinník</li> <li>- <math>L_0 &gt; \cos \varphi = 1</math> (základní provozní stav)</li> <li>- <math>L_5 &gt; \cos \varphi = 0,95</math> kapacitní účinník</li> <li>- <math>L_{10} &gt; \cos \varphi = 0,90</math> kapacitní účinník</li> </ul>				

Ustanovení relevantních dokumentů	Popis požadavků a akceptační kritérium																																				
	<p>Při variantě on-line zadávání musí vždy po novém zadání dosažen nový pracovní bod výměny jalového výkonu nejpozději po jedné minutě.</p> <p>Výsledek zkoušky je považován za úspěšný v případě, že:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- je při odběru činného výkonu výrobnou udržen účinník v intervalu 0,95 – 1,00 induktivní,</li> <li>- výrobná disponuje možností dispečerské regulace jalového výkonu v předepsaných stupních, jichž dosáhne do 1 minuty po obdržení povelu (přesnost nastavení není požadována).</li> </ul> <p>Řízení účinníku/ binární povelování výroby z RTU je zajištěno přes řídicí systém výroby a komunikaci se střídači.</p>																																				
<p>(23) Automatické odpojení (nad/pod-pět'ové ochrany) (24) Automatické odpojení (nad/pod-frekvenční ochrany)</p>																																					
<p>PPDS:P4<sup>c)</sup>: 8 Ochrany 8.2 Výrobní elektřiny s fázovým proudem nad 16 A v sítích NN a výrobní připojené do sítí VN a 110 kV (VM A2, B1, B2, C, D)</p> <p>Podklady pro chránění a DŘS<sup>d)</sup>: 3.6.5 Požadované hodnoty nastavení ochrany pro výrobní elektřiny s fázovým proudem nad 16 A v sítích NN a výrobní připojené do sítí 22 kV a 110 kV (VM A2, B1, B2, C, D) dle přílohy 4 PPDS, čl. 8.2 (zdroje s podporou sítě).</p> <p>SoP</p>	<table border="1" data-bbox="432 568 1102 770"> <thead> <tr> <th>Parametr</th> <th></th> <th>Nastavení pro vypnutí</th> <th>Maximální vypínací čas [s]<sup>(2)</sup></th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Nadpětí 3. stupeň</td> <td>U &gt;&gt;&gt;</td> <td>1,2 Un</td> <td>0,1</td> </tr> <tr> <td>Nadpětí 2. stupeň<sup>(7)</sup></td> <td>U &gt;&gt;</td> <td>1,15 Un</td> <td>5</td> </tr> <tr> <td>Nadpětí 1. stupeň<sup>(1)</sup></td> <td>U &gt;</td> <td>1,11 Un</td> <td>0</td> </tr> <tr> <td>Podpětí 1. stupeň</td> <td>U &lt;</td> <td>0,7 Un</td> <td>2,7 (0,5)<sup>(6)</sup></td> </tr> <tr> <td>Podpětí 2. stupeň</td> <td>U &lt;&lt;</td> <td>0,3 Un (0,45 Un)<sup>(3)</sup></td> <td>0,2<sup>(8)</sup></td> </tr> <tr> <td>Nadfrekvence</td> <td>f &gt;</td> <td>51,5 Hz</td> <td>0,1</td> </tr> <tr> <td>Podfrekvence</td> <td>f &lt;</td> <td>47,5 Hz</td> <td>0,1</td> </tr> <tr> <td>Směr jalového výkonu a podpětí (Q<sub>+</sub> &amp; U<sub>-</sub>)<sup>(5)</sup></td> <td></td> <td>0,85 Un</td> <td>t1 = 0,5s</td> </tr> </tbody> </table> <p>(1) Pro 1. stupeň nadpětí se použijí 10-minutové hodnoty odpovídající ČSN EN 50160. Výpočet 10- minutové hodnoty musí odpovídat 10 minutové agregaci podle ČSN EN 61000-4-30, třída S. Tato funkce musí být založena na průměrné efektivní hodnotě napětí v intervalu 10 minut. Odchylka od ČSN EN 61000-4-30 spočívá v klouzavém měřicím okně. Pro porovnání s vypínací mezi postací výpočet nové 10-minutové hodnoty nejméně každé 3 s. Pokud v ochraně nebude toto měření dostupné, tak nastavení 1. stupně nadpětí bude 1,11 Un s časovým zpožděním 60 s.</p> <p>(2) Vypínací časy u nadpětí a podpětí je zapotřebí koordinovat s parametry FRT křivek v souladu s Přílohou 4. PPDS</p> <p>(3) Tento napětový stupeň vyvolá rychlé odpojení od sítě při blízkých zkratech. Nastavení 0,3 Un se volí pro výrobní připojené do sítí 110 kV a napětí měněné na straně vn (odpovídá mu cca 15 % Un v přípojném bodě). Nastavení 0,45 Un se volí pro výrobní připojené do sítí vn a při měření napětí na straně nižšího napětí.</p> <p>(4) Toto nastavení je závislé na výkonu výroby a kmitočtové závislém přizpůsobení výkonu.</p> <p>(5) Ochrana se použije u výkonu vyroben s instalovaným výkonu nad 30 kVA, nestanoví-li PDS jinak.</p> <p>(6) Nastavení časového zpoždění 2,7 s je určeno pro nesynchronní VM, časové zpoždění 0,5 s je určeno pro synchronní VM.</p> <p>(7) V případě, že nebude dostupný 3. stupeň nadpětí U &gt;&gt;&gt;, tak nastavení 2. stupně nadpětí U &gt;&gt; bude 1,15 Un s časovým zpožděním 0,1 s.</p> <p>(8) Časové zpoždění 2. stupně podpětí musí být kratší, než je beznapětová pauza OZ vedení, do kterého je VM připojen.</p> <p>Výsledek zkoušky je považován za vyhovující v případě, že ochrana vybaví při úrovních a s maximálními vypínacími časy dle specifikace uvedené v tabulce výše.</p> <p>Automatické odpojení je zajištěno síťovou ochranou a vypínačem v rozpadovém místě na VN. Odpovídající ochrany střídačů jsou pro jejich vlastní ochranu a s respektováním skutečného napětového převodu VN/NN musí být nastaveny vně prahových hodnot síťové ochrany.</p>	Parametr		Nastavení pro vypnutí	Maximální vypínací čas [s] <sup>(2)</sup>	Nadpětí 3. stupeň	U >>>	1,2 Un	0,1	Nadpětí 2. stupeň <sup>(7)</sup>	U >>	1,15 Un	5	Nadpětí 1. stupeň <sup>(1)</sup>	U >	1,11 Un	0	Podpětí 1. stupeň	U <	0,7 Un	2,7 (0,5) <sup>(6)</sup>	Podpětí 2. stupeň	U <<	0,3 Un (0,45 Un) <sup>(3)</sup>	0,2 <sup>(8)</sup>	Nadfrekvence	f >	51,5 Hz	0,1	Podfrekvence	f <	47,5 Hz	0,1	Směr jalového výkonu a podpětí (Q <sub>+</sub> & U <sub>-</sub> ) <sup>(5)</sup>		0,85 Un	t1 = 0,5s
Parametr		Nastavení pro vypnutí	Maximální vypínací čas [s] <sup>(2)</sup>																																		
Nadpětí 3. stupeň	U >>>	1,2 Un	0,1																																		
Nadpětí 2. stupeň <sup>(7)</sup>	U >>	1,15 Un	5																																		
Nadpětí 1. stupeň <sup>(1)</sup>	U >	1,11 Un	0																																		
Podpětí 1. stupeň	U <	0,7 Un	2,7 (0,5) <sup>(6)</sup>																																		
Podpětí 2. stupeň	U <<	0,3 Un (0,45 Un) <sup>(3)</sup>	0,2 <sup>(8)</sup>																																		
Nadfrekvence	f >	51,5 Hz	0,1																																		
Podfrekvence	f <	47,5 Hz	0,1																																		
Směr jalového výkonu a podpětí (Q <sub>+</sub> & U <sub>-</sub> ) <sup>(5)</sup>		0,85 Un	t1 = 0,5s																																		
<p>(27) Podmínky pro automatické opětovné připojení po síťové poruše</p>																																					
<p>PPDS:P4: 9.5 Automatické opětovné připojení výroben</p>	<p>Výrobní modul odpojený od sítě z důvodu odchylky napětí či frekvence bude automaticky připojen k DS pouze po splnění následujících kritérií:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Napětí a frekvence jsou po dobu 300 s (5 min) v mezích <ol style="list-style-type: none"> <li>a. napětí – 85 – 110 % jmenovité hodnoty</li> <li>b. frekvence - 47,5 – 50,05 Hz</li> </ol> </li> <li>2. Postupné najetí na výkon od nuly s gradientem maximálně 10 % P<sub>n</sub> za minutu</li> </ol> <p>Není-li výrobní elektřina schopna postupného najetí na výkon (dle bodu 2), připojí se výrobní elektřina zpět k DS v intervalu 0-20 min, dle PDS; při probíhající kontrole mezi napětí a frekvence dle bodu 1.</p> <p>Výsledek zkoušky se považuje za vyhovující v případě, že se výrobní opětovně připojí po odpojení z důvodu uměle vyvolané odchylky napětí nejméně za 300 s za podmínky kontroly stanovených mezi napětí a frekvence.</p> <p>Proces automatického opětovného připojení řešen síťovou ochranou a střídači. Kontrola parametrů napětí sítě a řízení najíždění výroby jsou řešeny střídači. Prokázání souladu je v tomto protokolu s vazbou na zkoušky souladu střídače v protokolu 001/08/2023-VUT/18320/RESLAB/ZS.</p>																																				
<p>(29) Rychlé opětovné přiřazování</p>																																					
<p>PPDS:P4: 9.2.2.10 Rychlé opětovné přiřazování</p>	<p>VM musí být schopen rychlého opětovného přiřazování v souladu se strategií chránění, která byla dohodnuta mezi PDS a VM;</p> <p>Zkouška je považována za vyhovující, dokáže-li výrobní se výrobní opětovně přiřazovat po uvolnění povelu na snížení dodávaného činného výkonu na 0 % P<sub>n</sub> a z vypnutého stavu.</p> <p>Vlastnost určena typem a řešením dané výroby.</p>																																				

Ustanovení relevantních dokumentů	Popis požadavků a akceptační kritérium
<b>(30) Komunikace a výměna informací</b>	
<p>PPDS:P4: 5.1 Dálkové řízení a výměna dat</p> <p>SoP</p> <p>Podklady pro chránění a DŘS: 1) Požadavky na přípravu pro Dispečerské informace v rozvaděči AXY01</p>	<p>Výrobna disponuje rozhraním pro měření UL1, UL2, UL3 [100V AC], IL1, IL2, IL3 [1A(5A) AC] z měřicích transformátorů napětí a proudu, které jsou přivedeny na svorkovnici AXY dle přílohy 2 Podkladu pro chránění a DŘS <sup>d)</sup>.</p> <p>Výrobna musí disponovat povely pro řízení činného a jalového výkonu:  Povel P1, nastavení jmenovitého % výkonu zdroje -f299P1  Povel P2, nastavení jmenovitého % výkonu zdroje -f299P2  Povel P3, nastavení jmenovitého % výkonu zdroje -f299P3  Povel P4, nastavení jmenovitého % výkonu zdroje (základní provozní stav) -f299P4  Povel Q10, nastavení <math>\cos \varphi = 0,90</math> kapacitní -f299Q10  Povel Q5, nastavení <math>\cos \varphi = 0,95</math> kapacitní -f299Q5  Povel L0, nastavení <math>\cos \varphi = 1</math> základní účinník -f299L0  Povel L5, nastavení <math>\cos \varphi = 0,95</math> induktivní -f299L5  Povel L10, nastavení <math>\cos \varphi = 0,90</math> induktivní -f299L10</p> <p>Výrobna musí disponovat signalizací řízení činného a jalového výkonu:  Signalizace P1, nastavení jmenovitého % výkonu zdroje -H299P1  Signalizace P2, nastavení jmenovitého % výkonu zdroje -H299P2  Signalizace P3, nastavení jmenovitého % výkonu zdroje -H299P3  Signalizace P4, nastavení jmenovitého % výkonu zdroje (základní provozní stav) -H299P4  Signalizace Q10, nastavení <math>\cos \varphi = 0,90</math> kapacitní -H299Q10  Signalizace Q5, nastavení <math>\cos \varphi = 0,95</math> kapacitní -H299Q5  Signalizace L0, nastavení <math>\cos \varphi = 1</math> základní účinník -H299L0  Signalizace L5, nastavení <math>\cos \varphi = 0,95</math> induktivní -H299L5  Signalizace L10, nastavení <math>\cos \varphi = 0,90</math> induktivní -H299L10</p> <p>Výsledek zkoušky se považuje za vyhovující v případě, že:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- výrobna obsahuje svorkovnici s měřicími výstupy definovanými v prvním odstavci,</li> <li>- výrobna přijímá povel a reguluje na hodnotu dle definovaného povelu,</li> <li>- výrobna signalizuje příjem povelu příslušnou signalizací (aktivní signalizace smí být v každém časovém okamžiku právě 1 pro signalizaci nastavení činného výkonu a právě 1 pro signalizaci nastavení jalového výkonu).</li> </ul> <p>Požadavek je zajištěn vybavením výroby. Předpokládá se, že zkoušku výměny dat a dispečerského řízení, vyzkouší dispečink po instalaci a zprovoznění RTU v součinnosti s dodavatelem RTU a zhotovitelem výroby. Provozovatel DS následně doloží plnění daného.</p>
<b>(31) Přístrojové vybavení</b>	
<p>PPDS:P4: 5.1 Dálkové řízení a výměna dat</p>	<p>Výrobní modul B2 musí být vybaven zařízením pro zaznamenávání poruch a sledování dynamického chování soustavy.  Toto zařízení musí zaznamenávat následující parametry: — napětí, — činný výkon, — jalový výkon a — frekvence.  Měřené, signalizované a žádané hodnoty musí být v souladu s čl. 5.1 Přílohy 4 PPDS.</p> <p>Výsledek je považován za vyhovující, obsahuje-li výrobna dané přístrojové vybavení.</p> <p>Přítomnost požadovaného vybavení výroby je provedena vizuální kontrolou zařízení.</p>