


TECHNICKÁ ZPRÁVA



Projektoval:	Zodp. projekt.:	Vypracoval:	<div> ELEKTRO EURON spol. s r.o. Zelená 1844/6,350 02 Cheb</div>	
Radovan Liďák	Ing. Petr Plaňanský	Ing. Radek Pupák		
Kraj: Liberecký	Obec: Frýdlant			
Investor: Frýdlantské strojírny - Rasl a syn a.s., Žitavská 909, 464 01 Frýdlant, IČ 25006568			Zelená 1844/6,350 02 Cheb	
Název stavby: <div>FVE Frýdlantské strojírny</div> <div>Žitavská 909, 464 01 Frýdlant</div>			Datum:	09/2019
			Č. zakázky:	02-09-19
			Stupeň PD:	DPS
Obsah výkresu: <div>TECHNICKÁ ZPRÁVA</div>			Měřítko:	Číslo výkresu: 1.



ELEKTRO EURON spol. s r.o.

Zelená 1844/6, 350 02 Cheb

Tel.: +420 354 434 310

Fax: +420 354 434 511

Web: www.elektro-euron.cz

TECHNICKÁ ZPRÁVA ELEKTRO

Napájení z obnovitelných zdrojů - využití FVE

NÁZEV AKCE: FVE Frýdlantské strojírny
Žitavská 909, 464 01 Frýdlant
STUPEŇ: Dokumentace pro realizaci stavby
INVESTOR: Frýdlantské strojírny – Rasl a syn a.s.,
Žitavská 909, 464 01 Frýdlant, IČ 25006568

PROJEKTANT: Ing. Petr Plaňanský
PROJEKTOVAL: Radovan Liďák
VYPRACOVAL: Ing. Radek Pupák

ČÍSLO ZAKÁZKY: 02-09-19
DATUM: 09/2019
OBSAH:

TECHNICKÁ ZPRÁVA ELEKTRO	1
NAPÁJENÍ Z OBNOVITELNÝCH ZDROJŮ - VYUŽITÍ FVE	1
ÚVOD	2
1. PROJEKTOVÉ PODKLADY	2
2. ROZSAH PROJEKTU	2
3. ZÁKLADNÍ TECHNICKÉ ÚDAJE	3
4. TECHNICKÁ DATA	5
5. REGULACE VÝROBNY	8
6. REALIZACE POŽADAVKŮ PDS DLE SOP A PRAVIDEL PRO PARALELNÍ PROVOZ VÝROBNY	8
7. OCHRANA PŘED BLESKEM	11
8. BEZPEČNOSTNÍ A ORGANIZAČNÍ POKYNY	11

ÚVOD

V rozsahu tohoto projektu je navržena fotovoltaická elektrárna pro vlastní spotřebu v areálu společnosti Frýdlantské strojírny – Rasl a syn a.s. FVE je navržena jako obnovitelný zdroj pro snížení vlastní spotřeby provozovny z distribuční sítě.

Navržená FVE je tvořena z 228 ks solárních panelů o špičkovém výkonu 290 kWp, je umístěna na střeše objektu výrobní haly, kde je navržena jako součást projektu na snížení emisí z CZT v areálu. Střecha objektu má minimální spád, panely jsou navrženy umístit na zatíženou konstrukci s dodržáním orientace střechy vůči jihu a se změnou sklonu střechy o 15 stupňů.

Celkový navržený výkon FVE elektrárny je 66,12 kWp, předpokládaná celková výroba fotovoltaických panelů vzhledem k navržené orientaci a lokalitě instalace je 60,63 MWh. Navržená výroba je určena primárně pro vlastní spotřebu areálu, v případě nízké vlastní spotřeby např. při odstávce výroby bude energie dodávána do distribuční sítě.

V projektu jsou navrženy fotovoltaické panely, výkonové optimizéry, rozvaděč stejnosměrného proudu, síťové měniče a nezbytný AC rozvaděč pro připojení do elektrické sítě objektu.

Projektová dokumentace je navržena ve stupni DPS – Dokumentace pro provádění stavby, je tedy určena pro výběr zhotovitele stavby. Je navržen obecný princip funkce s využitím konkrétních dostupných výrobků, vzhledem k výběru dodavatele stavby se však jednotlivé výrobky mohou změnit, a to včetně některých jejich parametrů. Před realizací stavby je nutné vypracovat dílenskou dokumentaci a ověřit kompatibilitu dodávaných zařízení.

1. PROJEKTOVÉ PODKLADY

Podklady pro tento projekt byly následující:

- Katalogy od výrobců
- Normy ČSN
- Stavební projekt
- Upřesnění investora
- Příloha č. 1 smlouvy 17_VN_1008454763 žádosti č. 4121341296
- Příloha č. 2 smlouvy 17_VN_1008454763 žádosti č. 4121341296
- Příloha č. 4 PPDS

2. ROZSAH PROJEKTU

V rozsahu tohoto projektu jsou zakresleny umístění solárních panelů na střeše objektu, jsou navržena umístění síťových měničů a trasy kabeláže. Fotovoltaické měniče budou připojeny do rozvodné sítě v objektu v nejbližším rozvaděči ve výrobní hale.

Dále jsou stanoveny podmínky pro splnění technických podmínek smlouvy o připojení a pravidel pro paralelní provoz výroben se sítí provozovatele distribuční soustavy.

PD je zpracována s konkrétními typy panelů a střídačů, pro účely výběrového řízení je nutné splnit následující obecné požadavky na FVE:

Celkový nominální výkon FVE musí být alespoň 66,12 kWp, při vyšším nominálním instalovaném výkonu musí dodavatel zajistit souhlasné stanovisko provozovatele DS s připojením do distribuční sítě.

Budou použity fotovoltaické panely o nom. výkonu 290Wp s kladnou tolerancí výkonu, výkon každého panelu musí být při dodávce prokázán flash testem. Musí být výrobcem garantován maximální pokles nominálního výkonu panelu v prvním roce na maximálně 97%, lineární úbytek výkonu po 25 letech provozu na max. 80% výkonu a produktová záruka min. 15 let.

Budou použity výkonové optimizéry s vstupním příkonem 600W a výstupním napětím při provozu 125 V DC, komunikující s dodaným střídačem po vedení DC.

Bude použit fotovoltaický střídač o výkonu 55 kVA s účinností Euro-Eta min. 97,7 % a zárukou výrobce 12 let. Střídač musí být kompatibilní s výkonovými optimizéry řízenými po DC vedení. Střídač musí být vybaven napojením na LAN, aby bylo možné vzdáleně dohlížet na činnost FVE, sledovat grafy výroby a chybová hlášení, která budou odesílána na e-mail provozovatele.

Veškerá dodaná zařízení musí být vzájemně kompatibilní.

V případě dodání zařízení s odlišnými parametry, než jsou uvedeny v této PD bude dokumentace na náklady dodavatele upravena pro konkrétní dodávaná zařízení.

3. ZÁKLADNÍ TECHNICKÉ ÚDAJE

Rozvodná soustava:

Venkovní rozvody	stejnoseměrné rozvody do 1000V
Vnitřní rozvody AC	sít TN-S, 3+N+PE, stř. 50Hz, 400/230V

Ochrana před úrazem el. proudem:

Ve smyslu normy ČSN 33 2000-4-41 ed.2 je provedena ochrana před nebezpečným dotykovým napětím následovně:

živé části	– kryty, izolace
neživé části	– automatické odpojení od zdroje dle ČSN 33 2000-4-41 ed.2
	– doplňující ochranné pospojování

Ochrana proti přepětí

Ochrana proti přepětí bude řešena na stejnosměrné straně instalací svodiče bleskových proudů a přepětí určeného pro instalaci ve stejnosměrných obvodech solárních systémů, jmenovitě maximální napětí svodiče musí být min. o 20% vyšší, než je maximální napětí stringu fotovoltaických panelů na prázdno. Každý string panelů bude vybaven vlastním svodičem přepětí a vlastními stejnosměrnými pojistkami.

Ochrana proti přepětí ze střídavé strany bude řešena instalací svodiče přepětí druhého typu do AC rozvaděčů, ze kterých budou napojeny fotovoltaické měniče.

Ochrana proti přetížení a zkratu:

Dle ČSN IEC 33 2000-5-523 ed.2 a ČSN 33 2000-4-473. Jednotlivé okruhy budou chráněny jističi nebo pojistkami v příslušných napájecích bodech.

Stejnoseměrné obvody budou chráněny pojistkami v pojistkových odpínačích před příslušným měničem. Střídavá strana bude jištěna jednak vlastní elektronikou měniče a dále jističem v napájecím rozvaděči.

Trasy napájecích kabelů budou vedeny přehledně a budou dostatečně chráněny před mechanickým poškozením, stejnosměrné kabely na střeších mezi jednotlivými panely budou vedeny přehledně a budou uchyceny k nosné konstrukci. Nesmí být uloženy volně na střeších, aby nedocházelo k jejich mechanickému namáhání. Připojovací kabely jednotlivých stringů budou uloženy v chrániče odolné proti povětrnostním vlivům a řádně uchyceny.

Kabely uvnitř objektů budou uloženy na kabelových žlabech, případně v elektroinstalačních trubkách. Rozvaděče a fotovoltaické měniče budou umístěny uvnitř objektu. Prostupy kabelů ze střechy do prostor haly budou realizovány na fasádě objektu, aby nedošlo k narušení izolace střechy.

Instalovaný výkon:

Označení FVE	Počet panelů	Orientace panelů vůči severu	Instalovaný výkon	Střídavý výkon	Odhadovaný specifický výkon
Plochá střecha hala výroby	228 ks	178° N, sklon 18°	66,12 kWp	1x55 kVA	917 kWh/kWp
Celkem	228 ks	-	66,12 kWp	55,0 kVA	917 kWh/kWp

Jsou navrženy polykrystalické panely o špičkovém výkonu 290 Wp, o rozměrech 1650x992x40 mm a o hmotnosti 18,1 kg. Celkový instalovaný výkon je 66,12 kWp, celkový odhadovaný roční výkon je 60,63 MWh.

4. TECHNICKÁ DATA

Stanoviště solárních panelů na střeše výrobní budovy je navrženo se změnou sklonu tzn. panely budou uchyceny na nosné konstrukci, která bude zajišťovat jejich naklopení o sklon 15 stupňů. Konstrukce bude určena pro plochou střechu a bude od výrobce navržena a zavětrována tak, aby nebylo nutné ji dále zatěžovat balastní zátěží, případná potřebná zátěž bude navržena a dodána dodavatelem elektrárny. Detaily uchycení a zavětrování konstrukce je třeba upřesnit před realizací po konzultaci se statikem. Montáž panelů bude provedena dle výkresu rozložení panelů ve svislé orientaci.

Detaily uchycení a zavětrování konstrukce je třeba upřesnit před realizací po konzultaci se statikem. Montáž panelů bude provedena dle výkresu rozložení panelů.

Údaje o lokalitě

Místo	464 01 Frýdlant
Zeměpisná délka	15,09 °V
Zeměpisná šířka	50,89 °S
Referenční údaje o počasí	Liberec
Roční úhrn vodorovného záření	1014 kWh/m ²
Nadmořská výška terénu	418 m

Navržené fotovoltaické panely

Typ solárního panelu	polykrystalický
Špičkový výkon	290 Wp
Rozměry panelu	1650x992x40 mm
Jmenovité napětí U _{mp}	32,5 V
Jmenovitý proud I _{mp}	8,99 A
Napětí na prázdko U _{oc}	39,6 V
Proud nakrátko I _{sc}	9,36 A
800 W/m ² NOCT výkon	214,96 Wp
redukce efektivity 200W/m ²	3,5 %
Teplotní koeficient I _{sc}	+0,055 %/°C
Teplotní koeficient U _{oc}	-126,71 mV/°C
Teplotní koeficient P _{mp}	-0,41 %/°C
Efektivita panelu	17,7 %
Maximální systémové napětí	1500 V
Maximální zpětný proud	15 A
Hmotnost panelu	18,1 kg

Výše uvedené parametry byly použity při návrhu systému, s výjimkou celkového instalovaného výkonu a výpočtové roční výroby elektrárny nejsou závazné pro výběr dodavatele, dodavatel je však povinen při odchylce některého z parametrů panelu provést zhodnocení parametrů navržených stringů v kompatibilitě s dodávaným měničem a ověřit dodržení všech výrobcem požadovaných parametrů pro zajištění bezpečnosti systému a optimálního výkonu celého systému.

Typ použitých panelů a navržené celkové řešení je nutné před realizací nechat odsouhlasit investorem.

Navržené fotovoltaické optimizéry

Z důvodů požadavků investora na zajištění maximálního výstupního výkonu jsou navrženy výkonové optimizéry, které zajišťují nalezení bodu maximálního výstupního výkonu individuálně pro každou dvojici solárních panelů a pro výkonový měnič optimalizují pracovní napětí tak, aby pracoval s maximální efektivitou.

Při odpojení měničů od AC strany – např. při použití tlačítek FVE stop, které budou umístěny u každého rozvaděče FVE a v hlavní rozvodně dojde k odpojení odběru ze stejnosměrné větve optimizérů a dojde k jejich přepnutí do standby režimu, kdy je výrobcem zaručení maximální napětí na výstupu optimizéru 1V. FVE tak umožňuje bezpečný požární zásah.

Parametry navržených optimizérů

Jmenovitý výstupní výkon	600 W
Absolutní maximální vstupní napětí	96 V
Provozní rozsah	MPPT 12,5 – 80V
Maximální zkratový proud	10,25 A
Vážená účinnost	98,6 %
Maximální výstupní proud	15 A
Maximální výstupní napětí	85 V
Bezpečné výstupní napětí při odpojení	1 V
Rozsah provozní teploty	-40 až 85 st.C
Stupeň krytí	IP 68

Navržená stejnosměrná kabeláž

Jednotlivé panely budou dle schémat zapojení propojeny mezi sebou kabeláží, která je součástí solárních panelů, pro svod výkonu jednotlivých stringů do stejnosměrného rozvaděče bude použit solární kabel složený ze dvou vodičů 1x6 mm² vodiče určeného pro solární aplikace, který bude mít jmenovité pracovní napětí alespoň 1000V a bude určený pro provoz v povětrnostních podmínkách - zvýšené nároky na odolnost vůči střídání teplot, vlhkosti a UV záření.

Střecha objektu

Střecha objektu je plochá, složena z několika sedlových ploch s minimálním spádem.

Tvar střechy:	Plochá
Orientace vůči severu:	178°
Sklon střechy:	3°

Panely je navrženo instalovat vždy na část střechy, která je skloněna k jihu, výsledný sklon panelů je tedy 18 stupňů.

Skupina panelů - Střecha administrativního objektu

Počet panelů	228 ks
Instalovaný výkon	66,12 kWp
Počet měničů:	1 ks

FVE 1

Navržený FV měnič:

Počet fází:	3
Síťové připojení	3 NPE 400/230V, 50 Hz
Nominální výkon	55 000 VA
Maximální výstupní proud	80 A
Frekvenční rozsah	50+-5 Hz
Třída krytí	IP 65

Nominální vstupní napětí	750 V
Maximální vstupní napětí	1 000 V
Maximální vstupní proud	80 A
Počet DC vstupů	6
Komunikační rozhraní	Ethernet LAN

Počet připojených panelů 6 stringů po 19 ks optimizérů po 2 ks panelů 290W

Uvedené parametry s výjimkou nominálního výstupního výkonu nejsou závazné pro dodavatele, je však zodpovědností dodavatele ověřit správnou a bezpečnou funkci měniče s odlišnými parametry. Měnič bude vybaven komunikačním rozhraním pro připojení do LAN sítě objektu a bude umožňovat dálkový dohled nad funkcí FVE.

Navržené umístění měniče: V prostoru výrobní haly na stěně vestavku kanceláře v úrovni 2 NP

Před objednávkou měniče bude vybrané typy měničů navzorkovány a předloženy k odsouhlasení investorovi. Současně bude také předloženo upravené jednopólové schéma k odsouhlasení úprav rozložení jednotlivých stringů.

Dodavatel FVE je zodpovědný za její paralelní připojení k distribuční soustavě – dodávané měniče budou plně kompatibilní s českými normami, připojovacími podmínkami provozovatele distribuční sítě a technickými normami PDS. Měniče musí mít příslušné certifikáty a prohlášení výrobce k chování a nastavení požadovaných funkcí.

Podružný rozvaděč FVE bude umístěn ve vnitřních prostorech. Rozvaděč FVE-AC bude napojen do stávajícího podružného rozvaděče objektu RH.

Rozvaděč bude obsahovat hlavní vypínač s vyrážecí cívkou, která bude zapojena na tlačítko FVE Central Stop s aretací, které bude umístěno u hlavního rozvaděče objektu. Technologie měničů je navržena tak, že měniče ve stavu, kdy je odpojeno AC napětí odpojí střídač od sítě a pouze monitorují stav obnovy sítě – měniče v případě odpojení střídavé strany nedodávají do sítě žádný proud ani negenerují žádné napětí.

5. REGULACE VÝROBNY

Výrobná bude fungovat v režimu dodávky přebytků do distribuční soustavy. Proto je nutné splnění požadavků pro paralelní provoz s distribuční soustavou. Pro regulaci výkonu ve stupních 0% a 100% bude použit stykač, který na základě pokynu ze spínacího prvku HDO zjistí rozpojení elektrárny v rozvaděči RFVE-AC. Kde se tedy bude nacházet rozpadové místo výrobní.

Použité měniče budou vybaveny autonomní regulací výkonu výrobní podle Pravidel provozování distribuční soustavy, přílohy č. 4. Pokud tuto regulaci nebude možné dosáhnout samotným měničem dodávaným dodavatelem díla, tak musí být k regulaci použity externí prvky – síťové ochrany na náklad dodavatele díla.

6. REALIZACE POŽADAVKŮ PDS DLE SOP A PRAVIDEL PRO PARALELNÍ PROVOZ VÝROBNY

Měření vyrobené energie

Výrobná bude měřena podružným elektroměrem s nepřímým měřením v rozvaděči RFVE-AC, ze kterého budou napájeny fotovoltaické měniče. Elektroměr včetně MTP bude ve vlastnictví investora, který jej bude pravidelně udržovat v minimální přesnosti stanovené právními předpisy a bude jej pravidelně ověřovat, dále bude data z měření lokální výroby předávat PDS příp. OTE.

Místem připojení výrobní k distribuční soustavě bude stávající připojení odběrného místa – nadzemní vedení 22 kV ukončené na zákaznické TS LB_0445. Fakturační měření je umístěno v trafostanici na straně NN. Typ měření A, umístění měření – vně transformační stanice. Převod měřících transformátorů 600/5A, třída přesnosti 0.5S. Stávající měření bude upraveno tak, aby bylo v souladu s platnými připojovacími podmínkami.

Spínací prvek pro odpojení odběrného zařízení od distribuční soustavy – úsekový odpojovač přípojky VN US_LB_6560.

Elektrické ochrany distribuční sítě

Ve stávajícím rozvaděči RO bude umístěna centrální ochrana pro mezní hodnoty parametrů distribuční sítě. Pro odpojení elektrárny v mezních stavech napětí a frekvence bude použita 3 stupňová ochrana splňující přílohu 4 PPDS např. U-f guard od společnosti CZ-elektronika plus s.r.o. Centrální ochrana zajistí odpojení stykače v RO na vývodu pro rozvaděč RFVE-A, čímž dojde k odpojení AC strany měničů. Společně s centrální ochranou bude v okružovém rozvaděči umístěno zařízení Fronius Smart Meter, které bude zaznamenávat celkovou výkonovou bilanci výroby a spotřeby a bude zajišťovat i regulaci činného výkonu tak, aby byly splněny dotační kritéria pro požadovanou hodnotu vlastní spotřeby.

Ochrana proti nadproudům - distribuční síť bude chráněna proti poruchám vzniklým na výrobně jednak jištěním jednotlivých vývodů z rozvaděče RFVE-AC1, tak interními ochranami v solárních měničích.

Ochrana proti nadpětí a podpětí, ochrana proti nadfrekvenci a podfrekvenci – budou ošetřeny jak nastavením solárních měničů, tak centrální sítovou ochranou.

Nastavení centrální síťové ochrany bude následující:

Funkce	Nastavení	Čas vypnutí
Podpětí 1. stupeň	0,7 U_n	0,5 s
Podpětí 2. stupeň	0,45 U_n	0,15s
Napětí 1. stupeň	1,15 U_n	30 s
Nadpětí 2. stupeň	1,20 U_n	0,1 s
Podfrekvence $f <$	47,5 Hz	0,1 s
Nadfrekvence $f >$	51,5 Hz	0,1 s

Při výpadku napětí v DS musí být zaručeno blokování opětovného připojení k DS. Výrobná může být automaticky připojena k DS nejdříve v okamžiku, kdy napětí v distribuční soustavě bylo v předcházejících 20 minutách bez přerušení v hodnotách uvedených ve vztahu ke jmenovitému napětí v pravidlech provozování distribuční soustavy, nebo kdy napětí v DS bylo minimálně 5 minut bez přerušení v hodnotách odpovídajících napětí sítě s gradientem nárůstu výkonu 10% P_n/min .

Splnění parametrů pro řízení činného výkonu

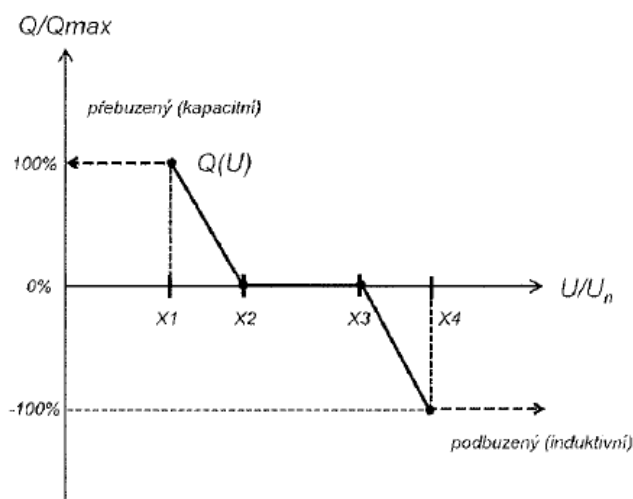
Výrobná musí být schopna regulace činného výkonu na základě požadavků dispečinku distribuční sítě. Toto bude splněno pomocí HDO. Přijímač HDO bude umístěn ve vhodném elektroměrovém rozvaděči s možností zaplombování, bude umístěn tak aby byl přístupný pracovníkům PDS.

Přijímač HDO budou umístěny tak, aby jednotlivé komponenty byly napájeny i při odpojení výroby v rozpadovém místě. Toto bude zaručeno napájením přijímače HDO z odbočky za hlavním jističem v trafostanici.

Regulace změny dodávky výkonu výroby se bude provádět ve všech fázích současně v následujících úrovních 0% a 100% jmenovitého výkonu výroby. Regulace bude probíhat prostřednictvím odpojení stykače v rozvaděči RFVE-AC.

Autonomní regulace měničů bude zajišťovat regulaci funkcí $Q(U)$, $P(U)$, $P(f)$ a LVRT. Nastavení jednotlivých funkcí bude následující:

Řízení jalového výkonu $Q(U)$



Body charakteristiky $Q(U)$:

$X_1 \approx 0,94$

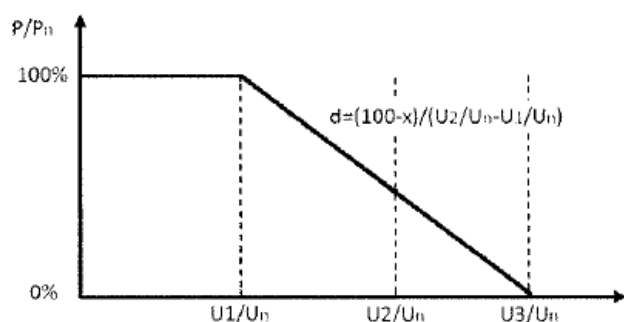
$X_2 \approx 0,97$

$X_3 \approx 1,05$

$X_4 \approx 1,08$

Doporučená časová konstanta 5 s

Řízení činného výkonu P(U)



Body charakteristiky P(U):

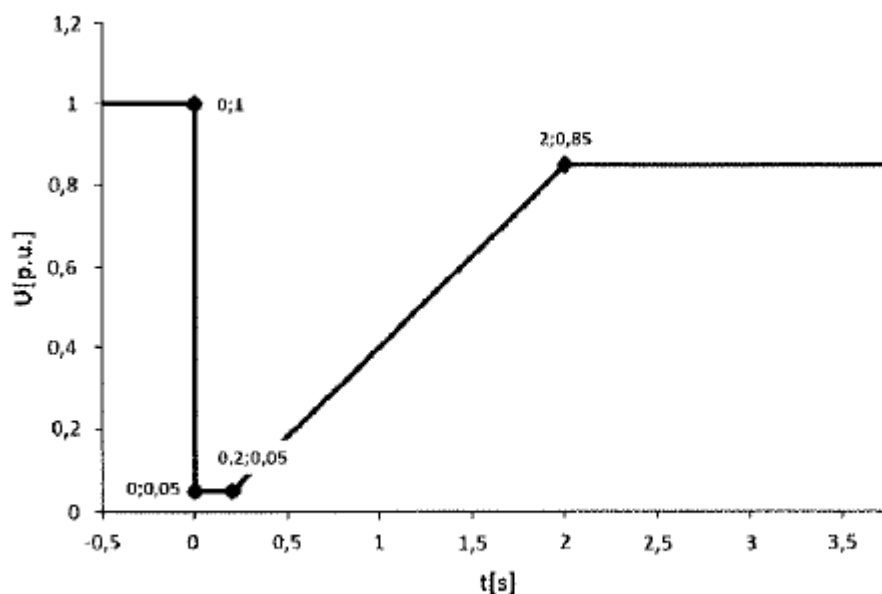
$$U_1/U_n = 109 \%$$

$$U_2/U_n = 110 \%$$

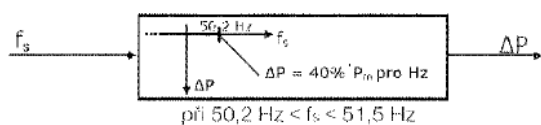
$$U_3/U_n = 111 \%$$

Doporučená časová konstanta 5 s

Dynamická podpora sítě – schopnost překlenutí poruchy zdroje se střídačem na výstupu



Snížení činného výkonu při nadfrekvenci P(f)



$$\Delta P = 20P_n \frac{50,2\text{Hz} - f_s}{50\text{Hz}}$$

P_n okamžitý dostupný výkon

ΔP snížení výkonu

f_s frekvence sítě

V rozsahu 47,5 Hz < f_s < 50,2 Hz žádné omezení

Při $f_s \leq 47,5$ Hz a $f_s \geq 51,5$ Hz odpojení od sítě.

Nastavení funkcí bude provedeno dodavatelem systému při oživení měničů a bude prokazatelně potvrzeno instalační společností. Nastavení bude chráněno heslem instalačního technika a zároveň bude možné jej v případě PDS do 30 dnů od výzvy upravit podle aktuálních požadavků PDS.

7. OCHRANA PŘED BLESKEM

Pro ochranu solárních panelů na střechách objektu bude použito překrytí solárních panelů ochranným úhlem hromosvodu. Na hřeben střechy haly C budou doplněny jímáče o výšce 2 m. Na hřeben střechy haly F jímáče o délce 3 m. Vodivé prvky konstrukce FVE budou propojeny ochranným pospojením a budou připojeny ke stávající jímací soustavě.

Hromosvodná soustava musí být před užíváním objektu řádně zrevidována.

8. BEZPEČNOSTNÍ A ORGANIZAČNÍ POKYNY

Veškeré realizační práce na el. zařízení musí provést pracovníci s elektrotechnickou kvalifikací dle vyhl. 50/78 Sb.

Před uvedením do provozu se musí vyhotovit na veškerém el. zařízení výchozí revize pracovníkem s elektrotechnickou kvalifikací dle vyhl. 50/78 Sb. §9.

Práce a údržbu na el. zařízeních smějí vykonávat pouze pracovníci s elektrotechnickou kvalifikací dle vyhl. 50/78 Sb., obsluhu pracovníci seznámení dle vyhl. 50/78 Sb.