Návod k obsluze

a

Instalační příručka

MPPT regulátor DZD1.9 AC pro fotovoltaický ohřev vody

Varianta 3 kW

Výrobce:

SolarEco
Harantova 1172
509 01 Nová Paka
Česká republika

tel. +420 910 127 250
email@solareco.cz
www.solareco.cz
eshop.solareco.cz

Upozornění: Před instalací zařízení pečlivě prostudujte tento návod.

Výrobce ujišťuje, že na tento výrobek vydal prohlášení o shodě ve smyslu zákona č. 90/2016 Sb., v platném znění a Nařízení vlády číslo č. 117/2016 Sb. a č. 116/2016 Sb. a podle ČSN EN ISO/IEC 17050-1 včetně změn a doplňků.

Obsah

Popis regulátoru....3
Podporované spotřebiče....3
Přednosti regulátoru....4
Rizika stejnosměrného napětí FVS....4
Propojovací konektory....5
Způsob připojování vodičů a kabelů....6
Význam konektorů....7
Signalizační prvky na desce regulátoru....7
Ochranné funkce regulátoru....8
Požadavky na umístění regulátoru....9
Pracovní soustava regulátoru....9
Požadavky na zapojení elektrizační soustavy....9
Bezpečnostní opatření....11
Ovládání regulátoru....11
PUIT displej....12
Režimy regulátoru....13
Identifikace po spuštění....13
Automatický běh regulátoru v MPPT režimu....14
Dočasný ruční režim....14
Chybové stavy....14
Vymazání do továrních hodnot....15
Trvalá změna režimu....15
Nastavení chování přepínacího relé....15
Nastavení výstupního výkonu....16
Uvedení do provozu....16
Závady a odstranění....17
Záruka a reklamace....18
Pokyny ke skladování a manipulaci....18
Pokyny pro likvidaci....18
Příloha - návrh FV soustavy....19
Kontrola návrhu FV soustavy....19
Příklady zapojení FVS, regulátoru a spotřebiče....21
Ostrovní systém s jednou spirálou....21
Kombinovaný systém se dvěma spirálami....21
Kombinovaný systém s jednou spirálou a přepínačem sítí....21

Popis regulátoru

MPPT regulátor je elektronické zařízení určené k optimalizaci zisků energie z fotovoltaických panelů při přípravě TUV.

Regulátor provádí konverzi stejnosměrného napětí z FV soustav na střídavé napětí (DC/AC invertor) s pulsně šířkovou modulací (modifikovaný sinus o frekvenci 50 Hz).

Regulátor nemění velikost vstupního napětí na jinou velikost výstupního napětí (U_{vstup} = $U_{výstup}$) a neudržuje konstantní výstupní napětí. Regulátorem vždy prochází takový proud, který odpovídá velikosti napětí a vnitřního odporu topného tělesa.

Regulátoru udržuje maximální bod výkonu na FVS v závislosti na okamžitých podmínkách oslunění. Tato vlastnost je označovaná jako MPPT funkce.

Regulátor pracuje na principu odlehčování příkonu připojené zátěže v závislosti na vstupním výkonu FVS. Pro správnou funkci musí být dodržen Ohmův zákon při činném výkonu. Topné těleso by mělo překračovat výkon FVS, ale je třeba ověřit pracovní příkon pro zvolená návrhové napětí a nemělo by překračovat konstrukční parametry regulátoru.

K regulátoru je možné připojit odporovou zátěž o příkonu od 0,5 do 3 kW podle výkonové verze regulátoru. Topné těleso o nižším příkonu bude pokládat za nepřipojený spotřebič, a proto nedojde ke spuštění regulátoru. Topná tělesa o vyšším příkonu povedou k poruchovému stavu přetížení.

Koncepce regulátoru umožňuje využít plynulý rozsah vstupního napětí od 80 do 450 V. Funkci MPPT plně podporuje v rozsahu napětí 110 až 400 V.

Regulátor obsahuje mnoho typů ochran např. proti přepólování přívodního DC napětí, zkratu na AC straně, překročení provozní teploty nebo konstrukčních parametrů pro výstupní proud a výkon. Regulátory DZD průběžně sledují vznik první poruchy v IT soustavě a v případě její detekce nedojde ke spuštění regulátoru (více je o ochranách pojednáno v jednotlivých částech návodu).

Podporované spotřebiče

K regulátoru je možné připojit jen běžné tepelné spotřebiče s odporovou spirálou (bojlery pro ohřev teplé užitkové vody, přímotopy, olejové radiátory nebo akumulační kamna a infrazářiče) zkonstruované pro připojení k domovnímu rozvodu typu 1-PE-N / AC 230 V / 50 Hz bez dodatečných úprav do příkonu odpovídající výkonové verzi regulátoru.

Připojení spotřebičů s jinou než odporovou charakteristikou (motory, transformátory, přímotopy s přídavným ventilátorem, nabíječky akumulátorů apod.) na regulátor dojde k jeho zničení a může to vést i k poškození připojeného spotřebiče. Za poškození spotřebičů, které nejsou určeny pro připojení k regulátoru nenese výrobce žádnou zodpovědnost a při poškození regulátoru nevhodnou instalací ztrácí spotřebitel záruku na výrobek.

Přednosti regulátoru

Regulátor zajistí udržování maximálního výkonu FVS. Spotřebiči (topné spirále) bude vždy předávat maximální výkon, jaký jsou schopné fotovoltaické panely za okamžitých podmínek dodat nebo výkon, který spotřebič dokáže přeměnit na teplo. Do 50 % výkonu FVS dokáže konstrukce regulátoru zvýšit využití energie z FVS až o 35 % s účinností vyšší než 99 %. S vyšším výkonem se příkon přibližuje výkonu.

Unikátní vlastností, je vysoce efektivní využití zisků při nízkém oslunění (velká oblačnost). I při těchto extrémních podmínkách dokáže regulátor do spotřebiče dodávat energii od 1 wattu. Tyto nízké přídavky energie mohou pravidelně doplňovat tepelné ztráty v běžných bojlerech TUV. Běžné bojlery na TUV mají pro zmenšení prostorových nároků omezenou tepelnou izolaci, která představuje v celoroční bilanci až 10 % nákladů na ohřev TUV.

Regulátor nepotřebuje ke svému provozu žádný externí zdroj energie. Jeho provoz je plně zajišťován z energie FVS.

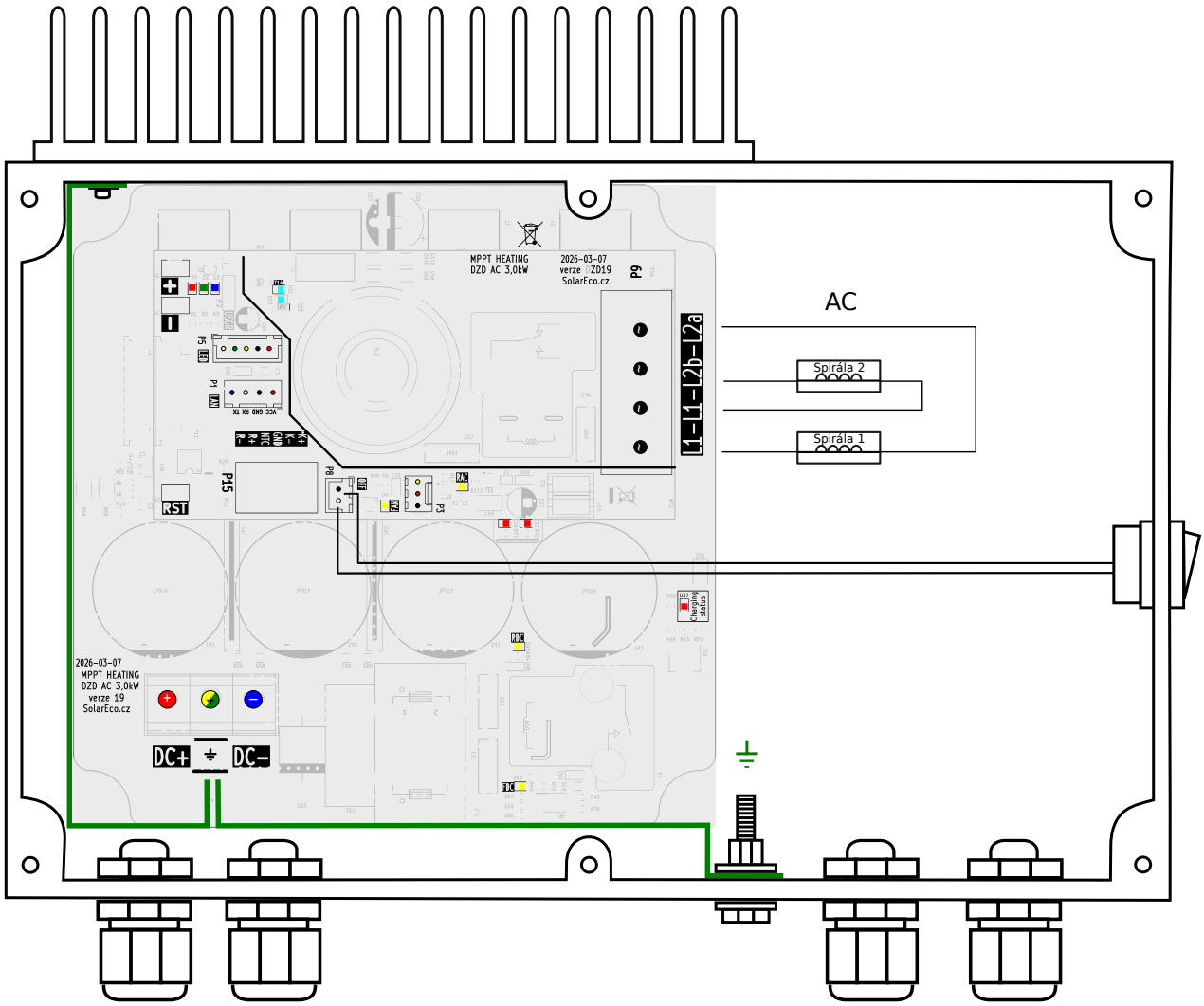
Regulátor je vybaven sofistikovaným a automatickým rozpoznáváním parametrů FVS, aby byla vždy zajištěna optimální výroba elektrické energie, a plně integruje účinný MPPT algoritmus.

Regulátor není vybaven žádným mechanickým nastavovacím prvkem, které se vyskytují u jiných zařízení starší koncepce.

Rizika stejnosměrného napětí FVS

Tepelné spotřebiče zkonstruované na běžné střídavé napětí distribuční síti nemohou spolehlivě pracovat na stejnosměrné napětí, které vytvářejí fotovoltaické panely. Tato zařízení obsahují termostaty a jiné spínací prvky, které nemohou rozpínat stejnosměrný elektrický obvod, neboť při rozpínání silového stejnosměrného obvodu dochází při každém rozepnutí k elektrickému oblouku. Ke zničení spínacích kontaktů dochází již při několika cyklech rozpojení. V některých případech může elektrický oblouk uvnitř spotřebiče založit požár. Proto je pro spolehlivý provoz běžných spotřebičů na střídavé napětí nutné mezi FVS a spotřebič zapojit DC/AC invertor a tuto funkci plní i regulátory SolarEco.

Propojovací konektory



Propojovací konektory jsou označeny P4, P9, P8 a zemnící šroub v boku krabice

Na konektor P4 se připojuje hlavní stejnosměrné vedení z fotovoltaických panelů.

Konektor P9 obsahuje AC výstup pro připojení odporové zátěže. Výstupní svorky jsou označeny L1, L2a a L2b. Svorka L1 je zdvojená pro připojení dalšího vedení, pokud je použito přepínací relé.

Pokud není relé přepnuto, slouží svorky L1 a L2a pro připojení hlavní zátěže. S touto zátěží regulátor vždy začíná nahřívat na začátku každého dne.

Pokud je relé přepnuto, slouží L1 a L2b pro připojení druhé zátěže. Na tuto zátěž regulátor přepne až po dosažení žádané teploty hlavní zátěže (rozpojení termostatu).

Více je o spínacích režimech relé popsáno v části Pracovní režimy přepínacího relé.

Konektor P8 slouží pro připojení ovládacího vypínače. Vypínač není zapojen v silovém obvodu regulátoru a je spojen s potenciálem DC-. Vypínač je možné využít pro vzdálené ovládání regulátoru. K tomu je potřeba využít galvanicky oddělené spínací kontakty ze samostatného relé, stykače nebo termostatu.

Zemnící šroub slouží pro ochrannému spojení s hlavní uzemňovací svorkou a pro připojení ochranných vodičů od AC kabelů.

Více je popsáno v části **Způsob připojování vodičů a kabelů**.

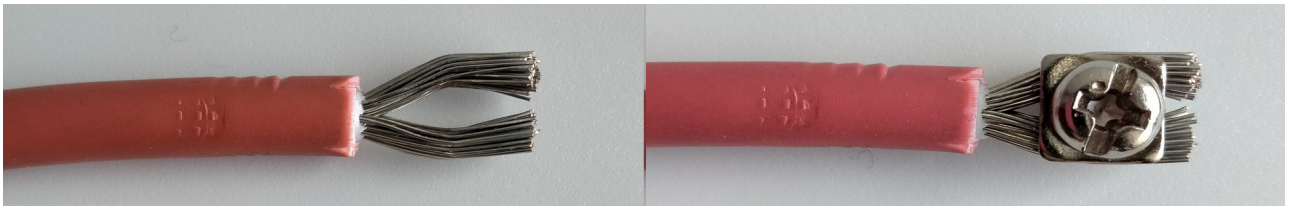
Propojovací konektory jsou označeny P4, P9, P8 a zemnící šroub v boku krabice

Způsob připojování vodičů a kabelů

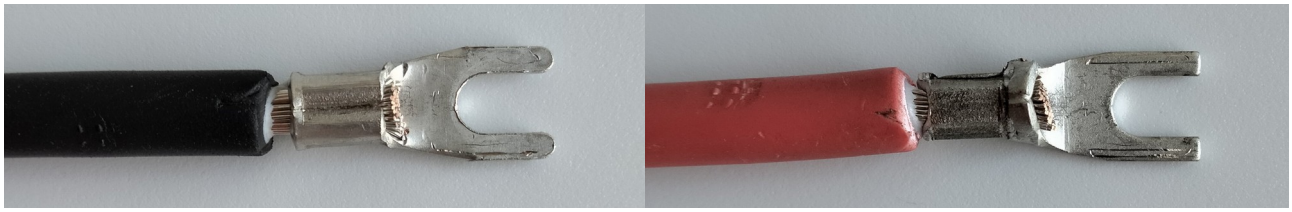
Konektor **P4** je uzpůsoben pro připojení slaněného fotovoltaického vodiče. Pro připojení vodiče o průřezu 6 mm^2 je třeba provést přípravu, aby bylo možné vodič zajistit šroubkem s krycí podložkou. Nepoužívejte kabelové dutinky! Konektor není uzpůsoben pro instalaci vodiče o průřezu 6 mm^2 opatřeného dutinkou z jedné strany šroubku!

Postup pro připojení fotovoltaického vodiče. Slaněný vodič oholíme v délce 7 mm a rozdělíme na dvě poloviny. Oba prameny naformujeme do tvaru připomínající písmeno V, který umožní zasunutí tenkých vodičů pod podložku šroubku nebo namáčknutí šroubku, který se nasune a zašroubuje do svorky. Příprava vyžaduje mírný cvik. Při zasouvání musí být všechny prameny zasunuty pod podložku. Pokud se některý, byť jediný, pramen vychýlil a není pod podložkou, postup opakujte. Volný pramen by mohl způsobit zkrat nebo snížení izolační pevnosti a to by regulátor vyhodnotil jako chybový stav.

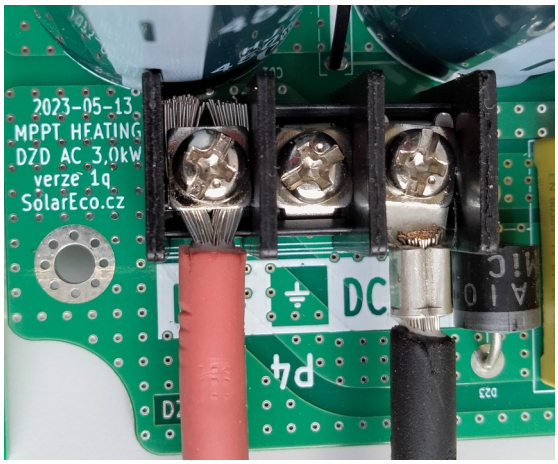
Příklad přípravy vodiče před připojením:



Případně je možné použít lisovací vidličky, ale jen za předpokladu, že budou k nalisování použity odpovídající lisovací kleště. Pokud nebudou použity správné lisovací kleště, postupujte podle předchozího odstavce. **Nikdy nepoužívejte náhradním postup zamáčknutí!** Bez vhodných lisovacích kleští nedojde k pevnému spojení vodiče a vidličky, a to může vlivem vysokých proudů způsobit nadměrné zahřívání, které způsobí poškození



svorky nebo regulátoru. Pokud použijete kabelové vidličky, navlékněte na zalisovanou část smršťovací bužírku, která na fotografiích není osazena.



Při připojování vodičů do konektoru se řiďte polaritou, která je vyznačena na desce popiskem a symboly viz obrázky blokového schéma č. 1 nebo č. 2.

Konektor **P9** je typ konektoru, který je uzpůsoben pro připojení jen plných vodičů do průřezu 2,5 mm^2. Pokud použijete slaněný vodič o průřezu 2,5 mm^2, vždy je nutné použít kabelovou dutinku.

Připojování konektoru **P8** se řídí konektorovým zámkem. Před zapojením nejprve zlehka nasaďte kabelové zdířky na konektorové vidličky a pokud zámky odpovídají správné orientaci, pak kabelové zdířky domáčkněte.

Ochranné vodiče **PE** se zapojují na zemnící šroub **M6**, který je umístěn v boku krabice. Vodič odizolujte v délce 2,5 cm. Z odizolovaného konce vytvořte pomocí zaoblených kleští očko o vnitřním průměru 6 mm. Na zemnící šroub připojte všechny ochranné vodiče. Vždy však mezi jednotlivé vodiče vložte přibalené velkoplošné podložky. Nikdy nedávejte více vodičů pod jednu podložku!

Význam konektorů

P1 – připojení lan modulu nebo bluetooth modulu (UART 112500,8,0)

P3 – připojení externího chlazení 12V/80mA (nutno osadit při výrobě)

P5 – připojení LED modulu nebo PUIT displeje

P7 – připojení externího teplotního čidla NTC 10k pro sledování teploty spotřebiče bez možnosti regulace s izolací (silikon) odolnou do 120˚C (zvláštní výbava – není součástí regulátoru).

P8 – připojení vypínače (spojení vývodů provede zastavení regulátoru)

Signalizační prvky na desce regulátoru

Červená LED dioda **D37** doplněná textem **Charging status** signalizuje přípravu regulátoru do pracovního režimu. Po dobu svitu regulátor nebude vykonávat žádnou činnost. Běžná doba tohoto stavu se pohybuje okolo 1 minuty, ale je odvislá od velikosti napětí na svorkách regulátoru.

Červené LED diody **D32** a **D36** doplněné textem **HV** signalizují přítomnost vysokého napětí na vstupních svorkách regulátoru nebo v kondenzátorové bance. Pokud tyto diody

svítí, není možné provádět žádné změny zapojení. Mohlo by dojít k úrazu elektrickým proudem! Před pracemi na regulátoru je nutné se ujistit, že jsou tyto diody pohaslé. Pozor, kondenzátory mají vysokou kapacitu a samovybíjení může trvat i několik minut!

Bílé LED diody **D20** a **D21** signalizují přítomnost výstupního napětí na svorkách L1 a L2 konektoru P9.

Žlutá LED dioda **D4** doplněná textem **FAN** signalizuje zvýšenou teplotu uvnitř regulátoru a v takovém případě se na konektoru **P3** objeví pracovní napětí pro přídavný ventilátor.

Žlutá LED dioda **D5** signalizuje sepnutí relé, které přepíná výstup na druhou odporovou zátěž.

Žluté LED diody **D43 a D44** doplněné textem **RDC a FDC** jsou procesní signalizace stavu regulátoru a FVS.

Diody D1 až D3 mají sdruženou funkci závislou na konfiguraci regulátoru. Diody mohou mít tři stavy chování. Buď trvale svítí nebo jsou trvale pohaslé, pak je jejich funkce převzata displejem PUIT nebo svítí podle stavu regulátoru ve variantě víka s LED indikací. Zelená LED dioda informuje o běhu MPPT procesu, červená LED dioda informuje o přetížení regulátoru nebo signalizuje poruchu, modrá LED dioda informuje o okamžitém výkonu regulátoru.

Ochranné funkce regulátoru

Za běhu regulátoru se nepřetržitě monitoruje teplota, napětí, výstupní proud a výkon.

Ochrana proti přehřátí – Se vzrůstající teplotou chladiče regulátoru se omezuje jeho výkon tak, aby nedošlo k poškození pro překročení maximální pracovní teploty. Po odeznění vysoké teploty regulátor automaticky zvýší výkon. Snižování výkonu je postupné.

Ochrana přetížení – Pokud je překročen maximální proud nebo výkon, začne regulátor výstupní proud i výkon omezovat na konstrukční hodnotu, která je odvislá od verze regulátoru. Maximální výstupní hodnoty pro jednotlivé typy jsou: 2,3 kW / 9 A, 3 kW / 12 A.

Ochrana proti nízkému napětí soustavy – Při nízkém napětí pod 110 V nedojde ke spuštění regulátoru a regulátor čeká na zlepšení podmínek FVS.

Ochrana proti vysokému napětí soustavy – Při vysokém napětí nedojde k zapnutí AC části, aby nedošlo k poškození připojeného zařízení nebo regulátoru.

Ochrana proti přepólování vstupního napětí – Při přepólování vzniká zkrat na DC vstupu a tím nedojde ke spuštění regulátoru. Tato ochrana je vratná s odolností do 10 A. Při překročení zkratového proudu podle výkonu FVS dojde k poškození regulátoru.

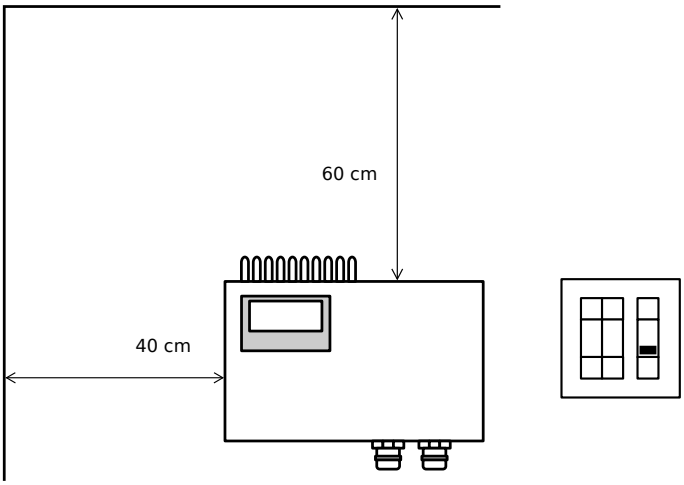
Ochrana na vhodnou topnou spirálu – Pro topné spirály s odporem nad 100Ω nedojde ke spuštění regulátoru. Pro odpory pod 16Ω dojde k poruchovému stavu. Odpory spotřebičů pod 10Ω jsou považovány za zkrat.

Ochrana proti zkratu výstupního obvodu – Tato ochrana je vratná pro 90 % případů. Odolnost však závisí na okolnostech, kdy ke zkratu dojde. Pro zbylých 10 % případů dojde

k poškození regulátoru. Obecně se vyplatí vyvarovat se situacím se vznikem zkratu na výstupní straně.

Požadavky na umístění regulátoru

Regulátor je nutné umístit v místě, kde nedochází ke kondenzaci vody. Místo musí být dostatečně větrané nebo se stálou teplotou nejlépe v rozmezí 15 až 25 °C, bez zvýšené prašnosti a svitu přímého slunečního záření, které by mohlo způsobovat samovolné přehřívání regulátoru.



Regulátor musí být umístěn na svislou stěnu dostatečně daleko od ostatních stěn místnosti nebo dalších zařízení vždy v orientaci s chladičem vzhůru, aby se chladič regulátoru mohl samovolně ochlazovat i bez nuceného ochlazování. Odstupové vzdálenosti jsou znázorněny na obrázku.

Teplotní podmínky pro provoz regulátoru:	od -10 °C do +30 °C
Provozní relativní nekondenzující vlhkost:	do 80 % při 21 °C

Pracovní soustava regulátoru

Regulátor vytváří vlastní nezávislý elektrický zdroj energie – tzv. ostrovní režim FVS. Elektrizační síť regulátoru je typu **IT** s jedním aktivně připojeným spotřebičem. Regulátor není navržen pro provoz v žádném typu sítí TN (TN-C, TN-S, TN-C-S) nebo TT. Je navržen pouze pro práci ve vlastní soustavě, která musí být bezpečně oddělena od pracovních vodičů domovního rozvodu nebo distribuční sítě.

Připojení regulátoru do libovolného typu sítě TN (domovní a distribuční rozvody) **dojde k jeho poškození a může dojít i k poškození spotřebičů připojených do domovního rozvodu nebo k poškození funkčních celků rozvodné sítě. Na toto poškození se nevztahuje záruka ani odpovědnost výrobce.**

Požadavky na zapojení elektrizační soustavy

Regulátor je určen jen pro pevné instalace bez pohyblivých přívodů.

Neživé vodivé části regulátoru je nutné uzemnit. Uzemnění proveďte nejkratší cestou na hlavní zemnící svorku domovního rozvodu. Toto spojení v některých typech pevných instalací odstraňuje nežádoucí EMC rušení. Pokud taková možnost není, propojte uzemnění s ochranným vodičem PE domovního rozvodu. **Nikdy však nepropojujte ochranný vodič s vodičem PEN (TN-C) nebo s vodičem PE, kterým vznikl oddělením**

od vodiče PEN v podružném domovním rozváděči (TN-C-S)! V těchto případech není možné splnit podmínku bezpečného oddělení soustavy regulátoru od pracovních vodičů domovních rozvodů připojených do distribuční sítě.

Pro napájení regulátoru z FVS použijte speciální SOLAR vodiče s dvojitou izolací a odolné na UV záření v průřezu nejméně 6 mm^2.

Stejnosměrné vedení pokládejte odděleně od jiných vedení a to vždy tak, aby vodiče DC+ a DC- vedly společně v jedné ochranné liště/trubce. Venkovní části stejnosměrného vedení vložte do ochranné trubky (např. pružné) odolné na UV záření. Zvýšenou pozornost věnujte i uspořádání vodičů pod panely. Tyto vodiče nenechávejte volně ležet na krytině střechy, ale uvazujte je do svazku ke konstrukci panelů tak, aby se nedotýkaly střešní krytiny. Vodiče pod panely propojujte tak, aby nemohla vzniknout z vodičů nemohla vzniknout velkoplošná smyčka, která by mohla vytvářet rámovou anténu. Tento požadavek se snažte dodržet i u rozložení panelů do více řad.

Venkovní neživé kovové části FVS (konstrukční systém panelů) je nutné uzemnit vodičem o průřezu 16 mm^2.

Výrobce doporučuje FV panely zapojit k regulátoru přes pojistkový odpínač (vhodně dimenzujte odpínací pojistku podle výkonu FV soustavy např. 12 A). Pokud FVS obsahuje dva a více stringů, norma použití pojistkového odpínače nařizuje vždy. Pojistkový odpínač také usnadní servisní zásahy na regulátoru nebo rozvodu k regulátoru. Do obvodu mezi FV panely a pojistkový odpínač zapojte také svodič přepětí. Tyto dodatečné prvky nařizují různé normy podle podmínek instalace FVS.

Regulátor, doplňkové přístroje a další zařízení tvořící pevnou instalaci elektrizační soustavy regulátoru, propojte se spotřebičem tak, aby se zabránilo nežádoucímu elektromagnetickému rušení vně i uvnitř elektrizační soustavy regulátoru. Vyvarujte se souběhům nebo blízkým vedením s jinými typy sítí. Délku vedení pro připojení spotřebiče navrhněte do 3 m nebo použijte stíněný kabel, u kterého stínění na obou jeho koncích propojte se samostatným uzemněním.

IT soustavy, jakou vytváří i tento regulátor, musí být hlídány hlídačem izolačního stavu nebo je možné náhradně použít proudový chránič typu **B** zapojený do výstupního AC obvodu. Regulátor pouze sleduje vznik první poruchy, to samo o sobě zpravidla na sledování poruchového stavu stačí, ale příslušné normy definují vyšší stupeň ochrany.

Vhodný typ kabelu pro výstup z regulátoru při napájení AC spotřebičů je kabel s pevnými vodiči o průřezu 2,5 mm^2 pro zátěže do 3 kW. I zde platí, že větší průřez přispěje ke snížení tepelného namáhání kabelu a ztrátám ve vedení. Proto nepoužívejte slabší vodiče, i kdyby to výrobce spotřebiče doporučoval.

Více informací k instalaci a obsluze regulátoru najdete na www.solareco.cz

Bezpečnostní opatření

Zařízení musí instalovat pouze osoba s platným oprávněním nebo odpovídající kvalifikací podle země užití (CZ - vyhl. č. 50/1978 Sb. nebo NV č. 194/2022 Sb.) a při dodržení všech zásad bezpečnosti práce na vyhrazeném elektrickém zařízení. Elektrická instalace musí respektovat a splňovat požadavky a předpisy v zemi použití včetně podmínek elektromagnetické kompatibility.

Pozor, regulátor nemá hlavní vypínač, který ho odpojí od zdroje stejnosměrného napětí FVS. Odpojení regulátoru je nutné zajistit externě např. vhodným pojistkovým odpínačem nebo DC odpojovačem. Při odpojení regulátoru od napětí FVS je v regulátoru životu nebezpečné napětí i několik minut po odpojení! Nepracujte na zařízení, dokud svítí LED diody D43 a D44.

Pozor, pokud k odpojení používáte pojistkový odpínač, nerozpojujte obvod, pokud regulátor dává do zátěže výkon. Nejprve vypněte regulátor a poté rozpojte obvod pojistkovým odpínačem. Pojistkové odpínače nejsou uzpůsobené pro výkonové rozpojování silových obvodů, ale pouze k ochraně od proudového přetížení. K silovému rozpojení obvodu slouží DC odpojovač.

Pozor, nemanipulujte s regulátorem, dokud svítí libovolná LED! Regulátor používá velkou kapacitu kondenzátorů o vysokém napětí, která zůstává nabitá dlouho po odpojení. Plně nabité kondenzátory mohou vyvinout až 500 A zpětného nebo zkratového proudu po dobu několika ms. Toto vybavení klade značné nároky na odbornost při uvádění regulátoru do provozu.

Pozor, před uvedením do provozu **nainstalujte** do vzdálenosti 3 m s přímou viditelností od regulátoru **kouřový detektor!**

Ovládání regulátoru

Pro ovládání slouží tlačítka označená SEL, Tl + a Tl - na displeji víka regulátoru.

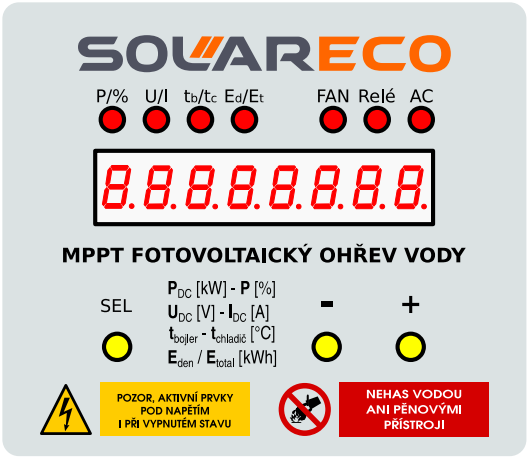
SEL – tlačítko slouží k cyklické změně zobrazovaných veličin.

Tl+ – tlačítko slouží pro dočasný ruční režim, nastavování regulačního napětí při simulování starší analogové verze regulátoru nebo k potvrzení nastavované změny.

Tl- – tlačítko slouží pro dočasný ruční režim, nastavování regulačního napětí při simulování starší analogové verze regulátoru nebo ke změně nastavení regulátoru.

Tlačítka jsou blíže vysvětlena u popisu displeje PUIT.

PUIT displej



Varianta s PUIT displejem informuje uživatele o stavu a nastavování jen pomocí displeje (LED diody jsou na desce regulátoru vyřazeny).

Pro přehledné a výrazné zobrazení byl vybrán osmi-číselný 7S displej. Ten zaručuje, že je displej dobře čitelný, a to i z velké dálky např. přes celou místnost. Omezení displeje je jen na zobrazení čísel, případně jednoduchých znaků.

Displej může zobrazovat vybrané skupiny veličin jako je výkon, vytížením regulátoru, teplota chladiče, napětí a proud, denní výroba a celková dodaná energie do zátěže, teplotu chladiče a nově i teplotu v bojleru (pokud je instalováno externí čidlo).

Displej obsahuje 4 LED diody, které podle legendy na štítku určují, co je na displeji právě zobrazováno.

- LED dioda P/% informuje, že se zobrazuje výkon ve wattech a vytížení regulátoru v procentech.
- LED dioda U/I informuje, že se zobrazuje napětí na FVS ve voltech a proud odebíraný z FVS v ampérech.
- LED dioda t_b/t_c informuje, že se zobrazuje teplota bojleru (pokud je instalováno externí čidlo) a teplota chladiče. U teploty bojleru je za číslem zobrazeno **°b** a pro teplotu chladiče se zobrazuje **°**.
- LED dioda E_d/E_t informuje, že se zobrazuje celková vyrobená energie (E_t) nebo vyrobená energie za daný den (E_d) v kilowatt hodinách. Obě hodnoty se na displeji pravidelně střídají.

Displej dále pomocí LED diod zobrazuje další stavy:

- LED FAN informaci o potřebě zapnout chlazení (může být také vnímáno jako teplota na horní hranici běžné pracovní teploty,
- LED Relé informaci o přepnutí relé na druhou zátěž, tedy, že primární zátěž je nahřátá na žádanou teplotu,
- LED AC signalizuje, že na AC svorkách je výstupní napětí a dochází k nahřívání bojleru (svítí obě bílé LED diody na desce regulátoru).

Režimy regulátoru

Režimy jsou připravené programy, ve kterých může regulátor pracovat. Změnu režimu je možné provést uživatelsky při vypnutém regulátoru, pokud je regulátor napájený z připojené FVS.

Regulátor může pracovat ve 4 režimech. Testovací režim (1), trvalý ruční režim (2), režim regulace na jedno napětí MPP (3), automatický MPPT režim (4).

1. Testovací režim, ve kterém je možné regulátor otestovat, zda dokáže spolehlivě pracovat s velkou akumulovanou energií kondenzátorové banky. Uživatel může pozorovat, jak se regulátor pravidelně rozjíždí a zastavuje (bílé LED diody pravidelně blikají). V tomto režimu dojde na začátku spuštění regulátoru k testu displeje rozsvícením všech prvků (LED diod).
2. Trvalý ruční režim je pouze pro servisní činnost a ověření chování regulátoru s připojenou soustavou FV panelů a zátěže. Regulátor reaguje pouze na ovládací tlačítka Tl+ a Tl-.
3. Regulace na jedno napětí MPP je bezpečný režim napěťové regulace, kde servisní technik nebo uživatel nastaví optimální napětí pro danou soustavu FV panelů. Toto napětí je možné měnit v průběhu ročního období. Pro zimní období je možné napětí nastavit vyšší, neboť FV panely vlivem nízké teploty mají optimální MPP bod posunut na výkonové křivce výše. V letním období je možné nastavit nastavit napětí níže, neboť vlivem zahříváním panelů od slunečního záření se optimální MPP bod posouvá níže (panely se vzrůstající teplotou ztrácejí výkon). Při prvním spuštění v tomto režimu regulátor čeká na obsluhu. Žádaná hodnota napětí se navolí pomocí opakovaného stisku Tl+ nebo Tl-. Tl- se regulační napětí snižuje a Tl+ se regulační napětí zvyšuje. U varianty LED je výsledné napětí nutné odečíst pomocí měřícího přístroje na vstupu regulátoru. U varianty PUIT se žádaná hodnota napětí zobrazuje na displeji. Rozlišení od skutečné hodnoty je v zobrazení přidaného znaku „**r**“ za zobrazeným číslem např. „**267r**“. Uložení žádané hodnoty do paměti nastává po přechodu na zobrazení okamžité hodnoty.
4. Automatický MPPT režim sleduje maximální výkon FV panelů v závislosti na povětrnostních podmínkách a oslunění. Výstupní výkon každého FV panelu je za různých povětrnostních podmínek proměnlivý. V MPPT režimu regulátor trvale udržuje výkon FVS na maximální hodnotě.

Identifikace po spuštění

Tato část je závislá na několika situacích:

1. Pokud je velikost vstupního DC napětí nízká, zobrazí se na displeji nápis **OFF**.
2. Pokud je velikost vstupního DC dostatečná, zobrazí se na displeji nápis **dzd1.X M4**. M4 signalizuje zvolený režim regulátoru a X verzi firmware regulátoru (1, 2, 3, ...X).

3. Fáze na ustálení pracovních podmínek regulátoru. Na displeji je zobrazovaná velikost vstupního napětí a diference pro ustálení doplněná znakem **.d**.

Automatický běh regulátoru v MPPT režimu

Základní pracovní režim, který je signalizován trvalým svitem zelené LED nebo velikostí výkonu na PUIT displeji. V tomto režimu regulátor pracuje zcela automaticky a trvale přizpůsobuje výstupní výkon okamžitému výkonu FV panelů pro efektivní využití ve spotřebiči (odporové zátěži).

Dočasný ruční režim

Používá se pro servisní účely nebo oživování a má charakter dočasného režimu. V ručním režimu se přímo ovládá výstupní výkon regulátoru podle požadavků obsluhy a neprojeví se v něm žádná optimalizace. Změna výstupního výkonu má přímý vliv na velikosti napětí a proudu na FV soustavě. Obsluha tedy musí být maximálně obezřetná, aby při ručním ovládání nedošlo k překročení mezních parametrů regulátoru nebo FV soustavy (např. dosažením zkratového proudu).

Do ručního režimu přejde regulátor za běžného provozu po stisku tlačítka + nebo -. Ruční režim je signalizován pravidelným blikáním zelené LED. Regulátor ruční režim opouští automaticky po 10 s nečinností tlačítek. Tl+ přidává výkon (snižuje napětí FVS) a Tl- výkon ubírá (zvyšuje napětí FVS).

Chybové stavy

Pokud je regulátor v poruchovém stavu indikuje poruchový stav buď blikáním červené LED diody (podle článku **LED signalizace** červená LED dioda) nebo zobrazením **Err** a číslem chybového stavu na displeji PUIT.

- **Err 1** značí zkrat na výstupu nebo trvalé překročení nadproudové ochrany,
- **Err 2** značí překročení povolené teploty uvnitř regulátoru,
- **Err 3** značí vadné teplotní čidlo,
- **Err 4** signalizuje překročení povoleného vstupního DC napětí,
- **Err 5** signalizuje první poruchu v IT soustavě regulátoru,
- **OFF** signalizuje vypnutí regulátoru vypínačem na boku skříně.

Pokud nastane nějaký chybový stav, regulátor dvě minuty čeká na ustálení stavu a poté se pokusí znovu spustit. To opakuje tak dlouho, dokud chyba přetrvává.

Vymazání do továrních hodnot

Tuto operaci je možné použít, pokud se regulátor začne chovat nestandardně.

Pro vymazání do továrních hodnot se řiďte následujícím postupem:

1. vypněte regulátor vypínačem na bodu skříně, zobrazí se **OFF**,
2. stisknout a držet Tl mínus dokud se nezobrazí **M0**,
3. stisknout Tl plus - zobrazí se **rst**,
4. po uvolnění Tl plus dojde k vymazání do továrních hodnot. Po vymazání se nastaví automatický MPPT režim (M4) a dojde k automatickému restartu regulátoru a zobrazení **OFF** pro vypnutý vypínač.

Operaci mazání do továrních hodnot je možné kdykoliv přerušit zapnutím vypínače.

Trvalá změna režimu

Změna režimu se provádí podobně jako vymazání do továrních hodnot.

Trvalá změna režimu se provede takto:

1. vypnout regulátor vypínačem na bodu skříně – zobrazí se **OFF**,
2. stisknout a držet Tl mínus dokud se nezobrazí **M0**,
3. krátce stisknout Tl mínus – zobrazí se **M1**,
4. každé další krátké stisknutí Tl mínus vytváří sekvenční navyšování zobrazení **M** a **číslo** odpovídá režimu regulátoru, ve kterém bude nově pracovat.
5. stisknutím Tl plus - zobrazí **rst**,
6. po uvolnění Tl plus dojde k automatickému restartu regulátoru a zobrazení **OFF** pro vypnutý vypínač.

Mazání do továrních hodnot je možné kdykoliv přerušit zapnutím vypínače.

Nastavení chování přepínacího relé

Přepínací relé může pracovat ve 4 režimech:

0 - relé vypnuto

1 - relé přepne a zůstane přepnuté, dokud nedojde k rozpojení termostatu nebo neskončí den a nebo není stisknuto Tl reset,

2 - relé přepne a každých 15 min. regulátor zkontroluje, zda se hlavní bojler neochladil (výhodné pro malý hlavní bojler do 40l, např. malý bojler 10l pod dřezem se pravidelně dohřívá po celý den a zároveň je nahříván velký bojler pro koupelnu),

3 - režim v experimentálním vývoji,

4 - režim v experimentálním vývoji.

Pokud je navoleno R0 a dojde k rozpojení termostatu, dojde k uspání regulátoru na 20 s. Po uplynutí doby dojde k novému testu, zda nedošlo k sepnutí termostatu. Tento cyklus se pravidelně opakuje do sepnutí termostatu.

Změna chování relé se provede takto:

1. vypnout regulátor vypínačem na bodu skříně – zobrazí se **OFF**,
2. stisknout a držet Tl plus dokud se nezobrazí např. **r** a **číslo** (číslo odpovídá nastavenému režimu),
3. každé další krátké stisknutí Tl mínus vytváří sekvenční navyšování **čísla** režimu relé.
4. po stisku Tl plus dojde k automatickému restartu regulátoru a zobrazení **OFF** pro vypnutý vypínač.

Ostatní vlastnosti jsou stejné jako u změny režimu regulátoru.

Nastavení výstupního výkonu

Výstupní výkon může být nastaven v pěti krocích. Každý krok snižuje výkon o 300W.

Změna výstupního výkonu se provede takto:

1. vypnout regulátor vypínačem na bodu skříně – zobrazí se **OFF**,
2. stisknout a držet Tl set dokud se nezobrazí např. **P** a **číslo** (číslo odpovídá nastavenému výstupnímu výkonu),
3. krátké stisknutí Tl mínus - se zobrazí **P** a **číslo** snížené o 300W,
4. každé další krátké stisknutí Tl mínus vytváří sekvenční snižování nového o 300W.
5. po stisku Tl plus dojde k automatickému restartu regulátoru a zobrazení **OFF** pro vypnutý vypínač.

Ostatní vlastnosti jsou stejné jako u změny režimu regulátoru.

Uvedení do provozu

Regulátor není samostatné zařízení, a proto jeho uvedení do provozu může provést jen osoba s platným oprávněním a s náležitou odbornou a profesní kvalifikací a dovedností. Instalace musí odpovídat platným elektrotechnickým normám včetně požadavků na elektromagnetickou kompatibilitu v zemi užití. Při nerespektování této podmínky nepřebírá výrobce žádné záruky.

Postup pro první spuštění

1. Vypněte vypínač, aby se regulátor okamžitě nespustil při připojení stejnosměrného napětí.
2. Připojte k regulátoru spotřebič (odporovou zátěž - bojler pro ohřev TUV apod.), případně zkontrolujte sepnutý termostat.

3. Připojte FV panely a dodržujte polaritu připojení (DC+ a DC-).
4. Zkontrolujte dotažení všech svorek propojovacích spojů.
5. Zapojte pojistkový odpínač nebo DC odpojovač, aby byl regulátor pod napětím.
6. Na regulátoru začne svítit červená LED dioda D37 s doprovodným textem Charging status.
7. Po zhasnutí diody D37 zapojte vypínač.
8. Pokud je vstupní napětí vyšší jak 110V, regulátor se uvede v činnost.

Chování regulátoru při uvedení do provozu (první spuštění)

1. Podle velikosti vstupního DC napětí se po zobrazí **OFF** nebo **dzd1.X M4**. M4 signalizuje zvolený režim a X verzi firmware regulátoru (1, 2, 3, ...X).
2. Při dostatečném napětí dojde ke spuštění regulátoru s fází na ustálení pracovních podmínek regulátoru. Na displeji je zobrazovaná velikost vstupního napětí a diference pro ustálení doplněná znakem **.d**. Ustálení trvá obvykle jen několik vteřin, ale v některých případech může trvat výrazně déle.
3. Po ustálení podmínek regulátoru dojde k přímému spuštění. Na displeji bude možné pozorovat klesání napětí a vzrůstající proud (vzrůstající výkon). Výstupní výkon bude signalizovat AC LED dioda displeje a na desce regulátoru budou svítit obě bílé LED diody D20 a D21. Připojená zátěž začne odebírat proud podle výkonu FV soustavy.

Doporučení pro první spuštění

První spuštění raději neprovádějte za poledního slunce s velmi jasnou oblohou, při plném výkonu FV soustavy. Pokud je to možné, vyberte ke spuštění období, kdy bude FV soustava dosahovat 1/3 až 1/2 nominálního výkonu. Pokud by při instalaci vznikl nějaký problém nebudou nikdy v takových situacích překročeny mezní hodnoty ochran. Vyhýbejte se prvnímu spuštění v období ranního rozbřesku nebo večerního soumraku. V tomto období může trvat dlouhou dobu než se regulátor spustí, případně se spustí až následující den. Jiné omezení není potřeba sledovat.

Závady a odstranění

Pokud regulátor nenabíhá, nesvítí bílé LED, může to být několika příčinami:

- nízké napětí na soustavě, které nedovolí spustit regulátor,
- zkontrolujte vypínač, zda-li není v nevhodně přepnutý,
- velmi vysoké napětí na soustavě (regulátor se nespustí, aby ochránil výkonový stupeň),
- poškození nevratných ochran (i při dostatečném napětí na FVS nesvítí jedna nebo obě bílé LED nebo zelená LED),
- fotovoltaické panely mohu být přepólovány a jsou po připojení ve zkratu.

Pokud se na displeji zobrazuje **Err**, nastala porucha. Typ poruchy vyhledáte v článku **Chybové stavy**.

Pokud regulátor nedosahuje očekávaných výkonových hodnot nebo dochází k překračování maximálních konstrukčních parametrů, zkontrolujte zda není příliš vysoká teplota chladiče. To může být zapříčiněno:

- vysokou okolní teplotou v technické místnosti (zpravidla v letním období), pak zajistěte dostatečné větrání, aby pasivní chlazení bylo dostatečně účinné,
- nevhodným umístěním regulátoru v místě, kde se vyskytuje vysoká okolní teplota např. na půdě nebo podobné místě, kde teplota v létě může dosahovat vyšších hodnot než 35 °C,
- zbytečně výkonným topným tělesem nebo návrhem napětí FVS, které není uzpůsobené pracovnímu napětí topného tělesa.

Tato omezení trvají jen po dobu nepříznivého stavu. Po odeznění nepříznivého stavu regulátor bude pracovat cela normálně bez nutnosti zásahu obsluhy.

Záruka a reklamace

Záruka na výrobek je 2 roky od data prodeje. Záruční list je daňový doklad vystavený prodejcem zákazníkovi. Reklamaci se uplatňuje u montážní firmy, která regulátor instalovala, nebo u výrobce. Pokud bude uplatněna reklamace u výrobce, vždy je nutné přiložit daňový doklad.

Pokyny ke skladování a manipulaci

Regulátor se může skladovat jen v suchých, bezprašných prostorách bez přítomnosti výparů kyselin nebo jiných agresivních látek.

Při manipulaci dbejte ochrany před náhodným mechanickým poškozením.

Teplota skladování: -10 °C až +50 °C

Relativní nekondenzující vlhkost: do 80 % při 21 °C

Pokyny pro likvidaci

Výrobek po skončení své životnosti nepatří do komunálního odpadu! Výrobek recyklujte v souladu se zásadami ochrany životního prostředí a dle zákona č. 181/2001 Sb., O odpadech.

Příloha - návrh FV soustavy

Pří návrhu FVS připojené na regulátor je vždy třeba vždy brát v potaz Ohmův zákon, výkon připojované zátěže, výkon FVS a maximální výkon regulátoru.

Návrh soustavy by měl provést odborník se zkušeností s ostrovními fotovoltaickými systémy. V soustavě je možné FV panely řadit sério-paralelně tak, aby bylo využito maximálního výkonu FV panelů, výkonu regulátoru a velikosti připojené zátěže.

Při sério-paralelním zapojení dbejte na správně zapojené a dimenzované ochranné prvky.

Při sério-paralelním zapojení nezapomeňte správně ošetřit zpětné proudy, které mohou protékat jednotlivými větvemi, při náhodném rozpojení některé větve.

FV panely musí být instalovány dle pokynů výrobce včetně jištění a přepěťových ochran!

Dbejte na to, aby propojení FV panelů bylo provedeno tak, aby každý vodič (propojení mezi panely i výstupní vodiče) byly položeny společně. Je tedy nutné minimalizovat pomyslnou plochu obálky všech vodičů, tedy vodičů přívodních i propojovacích. Toho lze dosáhnout důsledným vysvazkováním propojovacích kabelů mezi panely se zpětnou cestou posledního z konce stringu.

Výkon FVS vždy závisí od místních podmínek (sklon, orientace, případná zastínění, roční období i od postavení slunce v průběhu celého dne). Výkon soustavy je tedy silně proměnný, a to mimo jiné také vlivem počasí.

V praxi je běžné, že výkon FVS dosahuje obvykle 60 až 80 % maximálních hodnot uvedených na štítku fotovoltaického panelu. Výkon FVS je proto možné navyšovat přibližně o 25 % nad příkon připojeného spotřebiče. Toto navýšení přispěje k vyšší dynamice ohřevu v počátku jara a konce podzimu.

Při návrhu je nutné posoudit maximální napětí naprázdno pro návrhovou teplotu -25 °C.

FV panely mono krystalické 8 panelů 375 Wp (U_{MPP} 34,6 V, I_{MPP} 10,8 A) v jedné větvi

	FVS 8x 375 Wp	**Regulátor DZD1.1AC**	**Bojler OKCE 160**
Maximální výkon	P_{MPP} = 3000 W	P_{max} = 3000 W	P_e = 2200 W
Pracovní napětí	U_{MPP} = 277 V	U_{MPP} = 110 až 400 V	U_e = 230 V ± 10 %
Pracovní proud	I_{MPP} = 10,8 A	I_{max} = 12 A	I_e = 9,5 A

Kontrola návrhu FV soustavy

Regulátor neprovádí žádnou změnu napětí FVS, ale vytváří střídavý průběh napětí i proudu a umožňuje připojit jen jednu aktivní odporovou zátěž.

Kontrolu návrhu proto provedeme pomocí vzorce pro činný výkon. Úpravou vzorce za pomoci Ohmova zákona získáme $P = U^2/R$, kde P je příkon odporové zátěže, U je

pracovní napětí FVS a R je odpor zátěže, který můžeme pro zjednodušení považovat za konstantní. Ze vzorce nám vychází, že maximální výkon bude záviset jen na návrhovém napětí FVS. Návrhové napětí zjistíme jako součet U_{MPP} počtu panelů zapojených do série.

Odpor topné spirály v bojleru OKCE můžeme vypočítat ze získaných nominálních hodnot, které výrobce uvádí 2,2kW a konstrukční napětí 230V (tyto hodnoty jsou uváděny v efektivních hodnotách). Vypočtený odpor je 24 Ω. Jinou možností je změřit odpor speciálním měřidlem – ohmetrem.

Nyní můžeme zjistit, jaký příkon bude mít odporová zátěž při napětí U_{MPP} FVS. Použijeme příklad 1 a dosazením do vzorce pro činný výkon dostaneme $P = 277^2/24 = 3200W$. Porovnání vypočteného výkonu s výkonem FVS vidíme, že topná patrona by mohla s regulátorem vyzářit výkon až 3200W. Tato hodnota je výrazně vyšší, než je konstrukční hodnota pro efektivní hodnotu napětí 230V. Zde je třeba říci, že jsme ve výpočtu uvažovali s ideálními podmínkami, které v našich zeměpisných šířkách nejsou dosažitelné. V praxi se bude reálný výkon pohybovat mezi 60 až 80 % štítkových hodnot. Tento pokles je odvislý od místních podmínek instalace (závisí na sklonu, orientaci a teplotě panelů).

Pokud bychom uvažovali dobré polední podmínky na 80 %, bude vyzářený výkon dosahovat ~2500W nebo častěji 1900W při předpokladu 60 %. Tyto hodnoty jsou již v toleranci konstrukčních hodnot topné spirály. Pro případy, kdy by mohl být výkon výrazně překročen, je možné nastavit omezení výkonu regulátoru na 2700W nebo 2400W.

Pro úplnost je třeba ještě posoudit návrhové napětí FVS ke konstrukčním hodnotám topného tělesa. Maximální napětí na vrcholu sinusové vlny dosahuje 325V. Naše návrhové pracovní napětí dosahuje 85 % a to je dobrá bezpečnost proti překračování výkonu na topné tělesa. Elektrická zařízení se vyrábějí s tolerancí ±15 %. Maximální vrcholové napětí topného tělesa je tedy 370V, ale je třeba si uvědomit, že při tomto napětí bude topné těleso pracovat na vrcholu sinusového průběhu napětí jen velmi kratičký časový úsek (velmi malá doba přenášeného výkonu). Tato situace přesně odpovídá rozjezdu regulátoru z napětí U_{OC} (naprázdno) do pracovních hodnot a i zde jsou napěťové poměry v konstrukčním rozsahu topného tělesa. Naše zvolené napětí U_{MPP} je tedy z pohledu topného tělesa zvolené bezpečně a výkonové omezení zajistí buď podmínky osvitu FVS nebo omezování výkonu regulátoru.

Poslední kontrola by se měla posoudit napětí na prázdno U_{OC} FVS pro návrhovou teplotu -25 °C. Dosazením štítkových hodnot nám vyjde 385V a to je bezpečně pod limitem 450V.

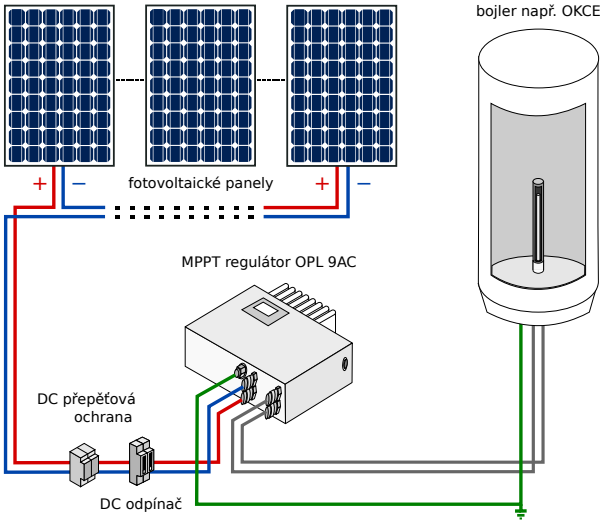
Návrh soustavy proto můžeme pokládat za velmi zdařilý a zaručující ohřev TUV od brzkého jara do pozdního podzimu. Nicméně i v zimě může tato soustava dodávat energii, která bude nahrazovat tepelné ztráty omezené izolace pláště bojleru. Tato energie by se jinak také musela nakoupit od distributora a objevila by se na ročním vyúčtování.

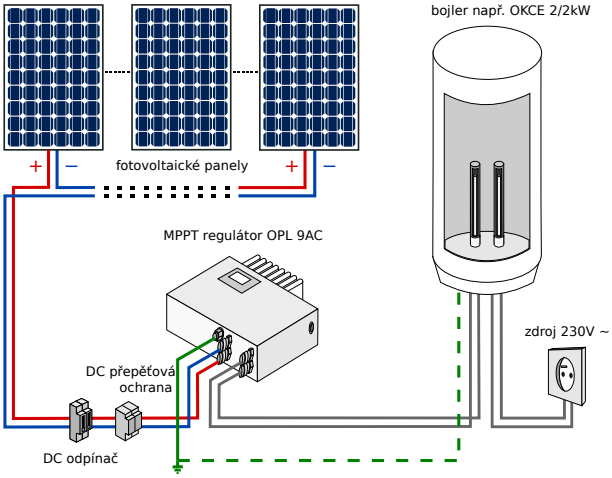
Příklady zapojení FVS, regulátoru a spotřebiče

Ostrovní systém s jednou spirálou

Nejjednodušší způsob je připojení regulátoru k bojleru TUV s jednou topnou spirálou. Zapojení splňuje požadavek na galvanické oddělení regulátoru od sítě.

Pro vhodně dimenzovanou FVS a optimální velikost zásobníku umožňuje při tomto jednoduchém zapojení celoroční přípravu teplé vody i bez distribuční sítě.





Kombinovaný systém se dvěma spirálami

Bojlery se dvěma topnými spirálami umožní celoroční provoz FVS nižších výkonů a nezávislý dohřev TUV z distribuční sítě.

Výhoda tohoto systému je především v zimních měsících, kdy výkon FVS nevyhřeje TUV na požadovanou teplotu, ale přesto jeho energetický příspěvek zajistí pokrytí tepelných ztrát zásobníku.

Kombinovaný systém s jednou spirálou a přepínačem sítí

Regulátor je možné dovybavit přepínačem, které zajistí celoroční provoz FVS nižších výkonů a dohřev TUV z distribuční sítě.

Systém je nastaven tak, aby bylo možné nahřát zásobník na požadovanou teplotu z distribuce v podvečerních cyklech HDO časů, pokud v průběhu dne nedojde k nahřátí na požadovanou teplotu z FVS.

