



ELETUR.cz

Váš dodavatel zabezpečení

REVIZE DOKUMENTU: 0 - DPS

| | |
|-------------|--|
| Projekt: | FV ohřev TUV o výkonu 3 kWp |
| Místo: | RD Plzeň, Plzeňská cesta 241/21, Hradiště u Plzně |
| Oddíl: | D.1.4 ZAŘÍZENÍ SILNOPROUDÉ ELEKTROTECHNIKY – FV ohřev TUV |
| Obsah: | Technická zpráva |
| Stavebník: | Ing. Marek Ženka, Ph.D. a Ing. Kateřina Ženková |
| Projektant: | ELETUR S.R.O., ING. JAKUB SLIVONĚ – ČKAIT 0202248 DOLNÍ LUKAVICE 107, 334 44 DOLNÍ LUKAVICE IČO: 03472329 |
| Kontrola: | ELETUR S.R.O., ING. VÁCLAV TUREK – č. oprávnění: MPO 44448/15/31300/1228 DOLNÍ LUKAVICE 107, 334 44 DOLNÍ LUKAVICE |
| Datum: | 06/2023 |
| Stupeň: | DOKUMENTACE K PROVÁDĚNÍ STAVBY |

Obsah

| | |
|--|---|
| Identifikační údaje | 2 |
| Základní technické údaje | 3 |
| Technický popis..... | 6 |
| Rozvody silnoprůdu..... | 7 |
| Ochrana proti přepětí | 7 |
| Ochrana proti blesku..... | 7 |
| Schvalování výrobků a realizace | 8 |
| Bezpečnost práce | 8 |
| Kontrola a údržba zařízení..... | 8 |
| Příloha č.1 – 1P schéma zapojení | 0 |
| Příloha č.2 – Umístění FV panelů na objektu | 1 |
| Příloha č.3 – Výpočet bilance výroby FV pro ohřev TUV pro potřeby NZÚ..... | 2 |
| Příloha č.4 – Výpočet nosného systému FV panelů..... | 3 |

Technická zpráva:

Identifikační údaje

Projekt: Stavba a připojení FV panelů o výkonu 3 kWp s MPPT regulátorem k ohřevu TUV.

Účel projektu: Projekt instalace fotovoltaické elektrárny o jmenovitém výkonu 3 kWp v rekonstruované stavbě a stávajícím odběrném místě. Vyrobená elektrická energie bude zpracována pouze v daném odběrném místě pro ohřev TUV v ostrovním režimu. FV zařízení bude automaticky odpojeno v případě, kdy nebude možno akumulovat do TUV.

Předmět projektu: Návrh instalace FVE pro ohřev TUV o výkonu 3 kWp. Bude instalován regulátor GETI GWH01 MPPT-4000W. Fotovoltaické panely 500 Wp v počtu 6 ks budou umístěné na střeše rekonstruovaného objektu – parc. č. 396/5. FV výroba pracuje pouze v ostrovním režimu. Obvody budou galvanicky oddělené od stávajících rozvodů v domě.

Podklady: Normy ČSN, TNI, technické listy výrobců, požadavky stavebníka

Stupeň: Dokumentace pro provedení stavby

Stavební úřad: ÚMO Plzeň 2, Koterovská třída 83, 307 53 Plzeň

Stavebník: Ing. Marek Ženka, Ph.D. a Ing. Kateřina Ženková, Gruzínská 28, 326 00 Plzeň

Projektant: ELETUR s.r.o., Dolní Lukavice 107, 334 44 Dolní Lukavice
Ing. Jakub Slivoně - ČKAIT 0202248 – technologická zařízení staveb
Ing. Václav Turek – č. oprávnění MPO 44448/15/31300/1228

Podpis projektanta:

Základní technické údaje

Napěťová soustava:

| | |
|---|-----------------------------------|
| Elektrické napájení z distribuční sítě: | 3+PEN, 50Hz, AC, 400/230V, TN-C |
| Elektrické napájení uvnitř objektu: | 3+PE+N 50Hz, AC, 400/230V, TN-C-S |
| Elektrické napájení DC | DC1- 320V/IT |
| Instalovaný výkon: 3 kWp | |

DC strana:

- Typ panelu: Longi LR5-66HIH-500M (SVT33489)
- Počet panelů: 6
- Jmenovitý výkon jednoho panelu: 500 Wp
- Výkon soustavy: 3 000 Wp

Technická specifikace panelu (při STC 1000 W/m², 25°C):

| | |
|------------------------------|--|
| Typ panelu | LR5-66HIH-500M (half-cell) |
| Počet článků | 132(6x22) |
| Maximální výkon | 500 W |
| Napětí naprázdno | 45,55 V (± 3%) |
| Proud nakrátko | 13,9 A (± 3%) |
| Napětí při maximálním výkonu | 38,38 V |
| Proud při maximálním výkonu | 13,03 A |
| Účinnost panelu | 21,1 % |
| Maximální použitelné jištění | 25 A |
| Rozměry | 2094 x 1134 x 35 mm (26 kg) |
| Záruka | 12 let (materiál); 25 let (výkon 84,8 %) |

AC strana:

- Typ regulátoru: GETI GWH01 MPPT-4000W
- Max. trvalý výstupní výkon: 4 kW

Technická specifikace regulátoru:

| | |
|--------------------------------|---|
| Typ regulátoru | GETI GWH01 MPPT-4000W |
| Vstupní napětí | 160 až 350 V DC (startovací napětí 120 V) |
| Výstupní napětí | 0 až 260 V AC (modifikovaný sinus) |
| Ochrana proti zkratu na vstupu | ANO |
| Tepelná ochrana | ANO |
| Provozní teplota | -25 °C až +55 °C |
| Účinnost regulátoru | ≥ 99 % |
| Chlazení | pasivní |
| Krytí | IP65 |
| Rozměry | 250 x 155 x 80 mm (3 kg) |

K regulátoru lze připojit pouze běžné odporové zátěže (bojler, přímotop, akumulární kamna, infrazářič apod.). Funkce MPPT zajišťuje zvýšení využitelného výkonu o 30% v případě, kdy FV sestava dodává méně než 50 % svého jmenovitého výkonu.

Regulátor a FV panely mohou být nahrazeny jiným zařízením s podobným principem činnosti. Beze změny vypočítaného výkonu a konfigurace. Podobným zařízením je např. Solární regulátor MPPT ECO Solar Boost MPPT-3000 PRO (tento obsahuje navíc přehledný displej s informacemi o výrobě a výkonu).

Vybrané použité předpisy:

Zákon č. 458/2000 Sb., energetický zákon

Zákon č. 183/2006 Sb., a vyhláška č. 268/2009 Sb., ustanovení stavebního zákona s dopadem na elektrické rozvody

Vyhláška č. 16/2016 Sb., o podmínkách připojení k elektrizační soustavě

Zákon č. 22/1997 Sb., o technických požadavcích na výrobky a změně a doplnění některých zákonů

Vyhláška č. 23/2008 Sb., o technických podmínkách požární ochrany staveb

Nařízení vlády č. 117/2016 Sb., posuzování shody výrobků z hlediska elektromagnetické kompatibility při jejich dodávání na trh

Nařízení vlády č. 163/2002 Sb., kterým se stanoví technické požadavky na vybrané stavební výrobky

Zákon č. 165/2012 Sb. o podporovaných zdrojích energie a o změně některých zákonů

Vyhláška č. 114/2023 Sb., o požadavcích na bezpečnou instalaci výroby elektřiny využívající obnovitelné zdroje energie s instalovaným výkonem do 50 kW

ČSN EN 61140 ed.3 Ochrana před úrazem elektrickým proudem

ČSN 33-2000-4-41 ed.3 Elektrické instalace nn – ochrana před úrazem elektrickým proudem

ČSN 73 0810 Požární bezpečnost staveb

ČSN 33 2000-6 ed.2 Elektrické instalace nn - Revize

ČSN 33 2000-5-54 ed.3 Elektrické instalace nn – Uzemnění a ochranné vodiče
ČSN 33 2000-5-52 ed.2 Elektrické instalace nn – Elektrická vedení
ČSN 33 0165 ed.2 Značení vodičů barvami a nebo číslicemi
ČSN 33 2130 ed.3 Elektrické instalace nn – vnitřní elektrické rozvody
ČSN EN 50 618 Kabely pro fotovoltaické systémy
ČSN 33 2000-7-712 ed.2 Elektrické instalace nn – Fotovoltaické systémy
ČSN EN 61643-31 Ochrany před přepětím nn – SPD ve fotovoltaických instalacích
ČSN 73 6005 Prostorové uspořádání vedení technického vybavení

Ochrana před úrazem el. proudem:

Provedeno dle ČSN EN 61140 ed.3, dle ČSN 33-2000-4-41 ed.3 – ochrana před úrazem elektrickým proudem.

Základní ochrana (ochrana před přímým dotykem):

- Základní izolace živých částí:
- ČSN 33 2000-4-41 ed.3 příloha A, čl. A1; ČSN EN 61140 ed.3 čl. 5.2.2.
- Přepážky nebo kryty:
- ČSN 33 2000-4-41 ed.3 příloha A, čl. A2; ČSN EN 61140 ed.3 čl. 5.2.3.

Ochrana při poruše (ochrana před nepřímým dotykem):

- Přídavná izolace:
- ČSN 33 2000-4-41 ed.3 čl.412.1.1.; ČSN EN 61140 ed.3 čl. 5.3.2.
- Ochranné pospojování:
- ČSN 33 2000-4-41 ed.3 čl. 411.3.1.2.; ČSN EN 61140 ed.3 čl. 5.3.3.
- Automatické odpojení od zdroje:
- ČSN 33 2000-4-41 ed.3 čl. 411.3.2.; ČSN EN 61140 ed.3 čl. 5.3.6.

Doplňková ochrana

- Doplňující ochranné pospojování: - ČSN 33 2000-4-41 ed.3 čl.412.1.1.

Vnější vlivy:

Vnější vlivy dle ČSN 33 2000-5-51 ed.3 a ČSN 33 2000-1 ed.2 budou stanoveny při prohlídce stavby za přítomnosti stavebníka a následně budou uvedeny v projektu elektroinstalace rekonstrukce rodinného domu. Pro tento projekt FV ohřevu TUV předpokládám:

Vnitřní prostor: **Prostory normální.**

Vnější prostor: **Prostory nebezpečné.**

Vzhledem ke zjištěným skutečnostem při prohlídce může být rozhodnuto o změně, což stavebník musí následně zohlednit a předat zjištěné skutečnosti projektantovi. Se zařízením budou manipulovat pouze osoby s odbornou kvalifikací.

Technický popis

FV panely produkující elektrickou energii budou umístěné na ploché střeše objektu na pozemku parc. č. 396/5. Panely produkovaná el. energie bude využita pro ohřev TUV pomocí nového topného tělesa s příkonem 2,5 kW v nové akumulární nádobě LOGALUX SH 290 RS-B o objemu TUV 270 l umístěné uvnitř objektu v technické místnosti/sklepě. Pokud již nebude možné vyrobenou energii využít pro ohřev TUV, pak bude FVE automaticky odpojena regulátorem.

FVE pro ohřev TUV bude tvořena soustavou 6 ks FV panelů zapojených v sérii do jednoho stringu. Budou umístěné stacionárně na střeše objektu, každý o jmenovitém výkonu 500 Wp. Sklon panelů vůči horizontální rovině bude dle zvoleného nosného systému 13°, což zaručí dobrou efektivitu a samočištění panelů s minimálním balastním zatížením konstrukce s panely. Svod ze stringu bude proveden solárními vodiči o průřezu min. 4 mm² s PU izolací dle ČSN EN 50 618. Propojení s panely bude provedeno MC4 konektory.

DC strana:

FV panely budou umístěné na typové konstrukci pro ploché střechy se střešní krytinou objektu – zateplení + PVC folie. Podpůrná konstrukce bude umožňovat odtok vody dle sklonu střechy – tzn. že bude využita křížová drenáž (hliníkové profily položené na střešní krytině umožní odtok vody tak, že budou podlepené vhodnými podložkami (EPDM izolací) pouze v daných plochách (cca 20 cm). Podpůrná konstrukce bude zajištěna proti posunutí kotvením do atiky minimálně na dvou místech pomocí montážních kotev (únosnost každého kotvení 1,5 kN). Dále bude podpůrná konstrukce zatížena balastní zátěží – betonovou dlažbou dle výsledku návrhového dimenzování pro zónu zatížení větrem II a zónu zatížení sněhem I. Rezerva v dimenzování střechy je dle statického posouzení stanovena na 25 kg/m². Což bude s využitím zajištění proti posunutí splněno. „Stavebník do budoucna plánuje rozšíření FV pole o dalších 9 ks panelů – k využití pro FVE se střídačem – tuto možnost navrhované řešení pro FV ohřev TUV splňuje. Nosnou konstrukci bude možné jednoduše doplnit a následně provést také nové rozložení balastní zátěže dle aktualizovaného výpočtu.

Solární vodiče budou vedené vždy společně v jedné chráničce a to i pod panely k propojení celého stringu. Tím bude minimalizována plocha proudové smyčky. Vodiče od FV panelů jsou zapojené do rozvaděče RFV-DC, který je umístěný uvnitř objektu. FV string je jistěn proti zkratu pojistkami PC10 16AgPv v pojistkovém odpojovači FU1. Pojistkovým odpojovačem (FU1) je možné bezpečně a viditelně přerušit DC obvod ze stringu FV panelů do regulátoru pro případný servisní zásah nebo odstavení regulátoru. Odpojení musí proběhnout bez zátěže – tzn. až po vypnutí regulátoru, resp. po vypnutí jističe FA1 na AC výstupu z regulátoru.

Regulátor má zabudovanou samostatnou tepelnou, zkratovou a přepětovou ochranu.

AC strana:

Elektrická energie z FV panelů bude transformována regulátorem GETI GWH01 MPPT-4000W na nastavitelné hodnoty napájející ohřev TUV nepřesahující jmenovité hodnoty topného tělesa - 1+PE+N, AC, 230V, TN-S. Regulátor bude propojen kabelem CYSY3x2,5 přes jistič (FA1) 16A char. B v rozvaděči RFV-AC s novou topnou spirálou (2,5 kW) s vlastním provozním a havarijním termostatem.

Úpravy stávajících rozvaděčů:

Ve stávajícím rozvaděči HDR nebudou provedeny změny v návaznosti na ohřev TUV. Regulátor nabízí možnost automatického přepnutí výstupu pro ohřev TUV z FV pole při poklesu vstupního napětí pod 120 V na napájení ze sítě. Nicméně vzhledem k tomu, že je zásobník TUV vybaven výměníkem pro plynový kotl, nebude tato možnost automatického přepnutí využita. Navrhují provést přípravu pro tuto možnost – vést kabel CYKY 3x2,5 z HDR k regulátoru (pouze nevyužitá rezerva pro případné využití po instalaci velké FVE na střeše objektu).

Stávající elektroměrový rozvaděč RE nevyžaduje úpravu.

Rozvody silnoproudu

Rozvody budou provedeny kabely CYKY, CYSY nebo solárními H1Z2Z2-K s PU izolací. Kabely budou kladeny v instalačních zónách dle ČSN 33 2130 ed.3. Barevné značení žil kabelů musí být v souladu s ČSN 33 0165 ed.2, což platí i pro přípojnice rozvaděčů. Celkové provedení kabelových rozvodů musí odpovídat ČSN 33 2000-5-52 ed.3 vč. dodržení minimálního odstupu DC a AC kabelových vedení.

Pokud budou kabely prostupovat požárně dělicími konstrukcemi – musí být prostupy řešeny dle ČSN 730810 čl. 6.2 s utěsněním hmotou třídy reakce na oheň A1 nebo A2 se stejnou požární odolností jako konstrukce, kterou kabely procházejí.

DC rozvod:

Solární kabely typu H1Z2Z2-K s měděnými jádry a dvojitou PU izolací povedou od FV panelů po střešní krytině v jednom kabelovém korytu splňujícím třídu reakce na oheň A1/A2 (dle Vyhl. 114/2023 Sb.). Příp. s mechanickým uchycením v nosné konstrukci FV panelů. Dále budou vedeny prostupem s požárním utěsněním dle ČSN 73 0810 do objektu, v oheň retardující chrániče nebo kabelové liště ve stěně (na stěně) uvnitř objektu k rozvaděči RFV-DC. Prostupy budou provedeny tak, aby byly kabely mechanicky chráněné se zajištěním odolnosti prostupu proti dešťové vodě.

AC rozvod:

Kabel CYSY bude kladen ve stěně pod omítkou v trase od rozvaděče RFV-AC k topné spirále akumulární nádoby TUV. Přejed kabelu ze stěny ke spirále bude řešen při montáži dle prostorového uspořádání.

Ochrana proti přepětí

Dle ČSN 33 2000-1 ed.2 musí být majetek a osoby chráněny před poškozením v důsledku nadměrného přepětí, které může vzniknout z jiných příčin (např. atmosférické jevy, statická elektřina apod.). Což má za následek závažné vlivy na provoz zařízení – FV panely a regulátor. Z tohoto důvodu bude před vstupem do regulátoru ze strany DC zapojena v rozvaděči RFV-DC přepětěová ochrana FV1 typu 1+2 např. Citel DS60VGPV-500 – $I_{\max} 40$ kA, $I_n 20$ kA, 500 V s propojením k MET vodičem CY 16. V případě, kdy bude DC vedení od panelů k regulátoru delší než 10 m, pak je potřeba instalovat stejnou přepětěovou ochranu typu 1+2 s propojením k MET také na začátek vedení (blíže FV panelům – např. na střeše nebo okamžitě po vstupu kabelů DC do objektu).

Ochrana proti blesku

Objekt bude po rekonstrukci chráněn před atmosférickou elektřinou dle souboru norem ČSN EN 62305 s respektováním osazení FV panely na ploché střeše objektu. Navrhují pro realizaci záměru realizace FV ohřevu TUV maximalizovat ochranu před přepětím dle předchozí kapitoly. Nově doplňované kabely DC a AC budou vedené samostatně a odděleně od ostatních rozvodů v objektu dle ČSN 73 6005. Ochrana před bleskem bude v dostatečné bezpečné vzdálenosti „s“ od veškerých součástí ohřevu TUV (FV panely, konstrukce pod panely, kabely). Nově instalovaná zařízení jsou umístěná v ochranném prostoru vnější jímací soustavy a chráněná před přímým úderem blesku.

Vnitřní ochrana před účinky atmosférického přepětí bude plněna následujícím postupem. Vodičem CY16 bude provedeno propojení hlavní ochranné přípojnice objektu MET s rozvaděči RFV-DC, RFV-AC. Do těchto rozvaděčů je nutné pospojovat také veškerá návazná zařízení (zejména regulátor) a kovové konstrukce zařízení pomocí vodičů alespoň CY6. Každý FV panel bude vzájemně propojen s podpůrnou konstrukcí vodičem CY6 nebo typovými prořezávacími plechy v úchytech FV panelů. Podpůrná konstrukce bude vzájemně propojená vodiči CY16 a propojená s hlavní ochrannou přípojnici objektu MET. Pospojováním konstrukce FV panelů s MET se

dosáhne velkého vlivu na vyrovnaní potenciálů v případě úderu blesku do jímací soustavy objektu a následného částečného přenesení bleskového proudu do součástí FV instalace.

Schvalování výrobků a realizace

Všechny výrobky musí být ve smyslu zákona č.22/1997 Sb. dodávány s příslušnými certifikáty/osvědčeními. Pro stavbu mohou být použity jen takové výrobky, materiály a konstrukce odpovídající požadavkům zákona č.183/2006 Sb.

Podle zákona č.22/1997 Sb. musí být přístroje včetně vybavení a instalací provedeny a instalovány tak, aby elektromagnetické rušení, které způsobují, nepřesáhlo povolenou úroveň, a naopak musí mít odpovídající odolnost vůči vystavenému elektromagnetickému rušení, která jim umožňuje provoz v souladu se zamýšleným účelem dle ČSN 33 2000-1 ed.2.

Použití základních výstražných tabulek:

Dle ISO 3864

Na rozvaděči RFV-DC a RFV-AC v objektu:

Pozor! Elektrické zařízení Nehas vodou ani pěnovými přístroji Pozor zpětný proud!

Bezpečnost práce

Pozor – FV panely jsou zapojené sériově, DC napětí přesahuje 30V – riziko vzniku el. oblouku!

Práce elektrické v rozvaděčích a na elektrickém zařízení smí provádět pouze osoba přezkoušená ze základních elektrotechnických a bezpečnostních předpisů §6 dle NV 194/2022 Sb. (dříve Vyhl. 50/1978 § 6, skupina B). Obsluhou elektrického zařízení mohou být pověřeni pracovníci alespoň „poučení“. Na zařízení musí být prováděné elektrotechnické práce dle platných norem a předpisů.

Před předáním zařízení do provozu musí být vydána oprava dokumentace dle skutečného stavu – minimálně „v tužce“, která bude dále zpracována do čistopisu. A dále je nutné provést výchozí revizi zařízení dle ČSN 33 2000-6 ed.2 a tu nadále archivovat po celou dobu životnosti zařízení.

Kontrola a údržba zařízení

Pozor – před zahájením prací na připojení zařízení FVE zajistěte, aby AC i DC strany byly odpojené!

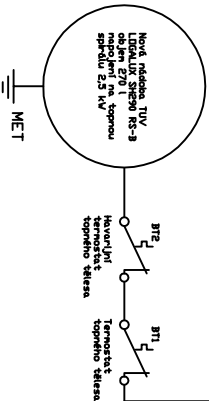
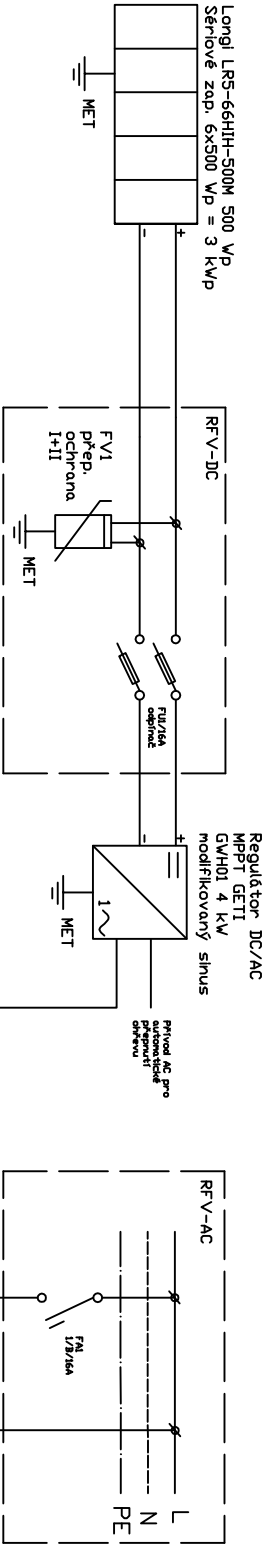
Osoby bez elektrotechnické kvalifikace smí – provádět kontrolu mechanických částí FVE (zejména podpurné konstrukce), zabránit nadměrnému množství sněhové pokrývky FV panelů a vizuálně kontrolovat stav součástí FV panelů, regulátoru a příslušenství.

Osoba s příslušnou kvalifikací §6 dle NV 194/2022 Sb. (dříve Vyhl. č. 50/1978 Sb.) smí – provádět kontrolu DC hodnot napětí FV stringu, údržbu spojů v rozvaděčích, stav izolace vodičů, stav zařízení v rozvaděčích.

Výchozí revize stanoví dle platných norem interval po kolika letech provozu bude provedena pravidelná revize zařízení. Doporučuji kontrolu spojů a chodu zařízení po 6 měsících provozu a následně provádět pravidelnou revizi v intervalu 1 rok (vizuální kontrola, spoje, izolační stavy kabelů, funkční zkouška, kontrola nastavení).

Změny projektu:

Změny této projektové dokumentace, které se vyskytnou po jejím vydání – např. z důvodu změny požadavků stavebníka nebo kterou vyvolá průběh stavby a montáže – musejí být odsouhlaseny a schváleny projektantem. Následně budou změny zakresleny do dokumentace skutečného stavu.



Instalovaný výkon FVE: 3 kWp
FVE PRAČUJE V OSTROVNÍM PROVOZU PRO OHŘEV TUV

Elektrické napájení v objektu: 3+PE+N AC, 230V/400V, TN-S

DC soustava: DC L+, L-, 320V, IT

OCHRANA PŘED ÚRAZEM EL. PROUDEM: dle ČSN 33 2000-4-41 ed.3:

ZÁKLADNÍ OCHRANA dle čl.411.2 - základní izolace, kryty nebo přepážkami

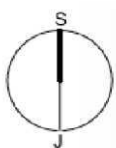
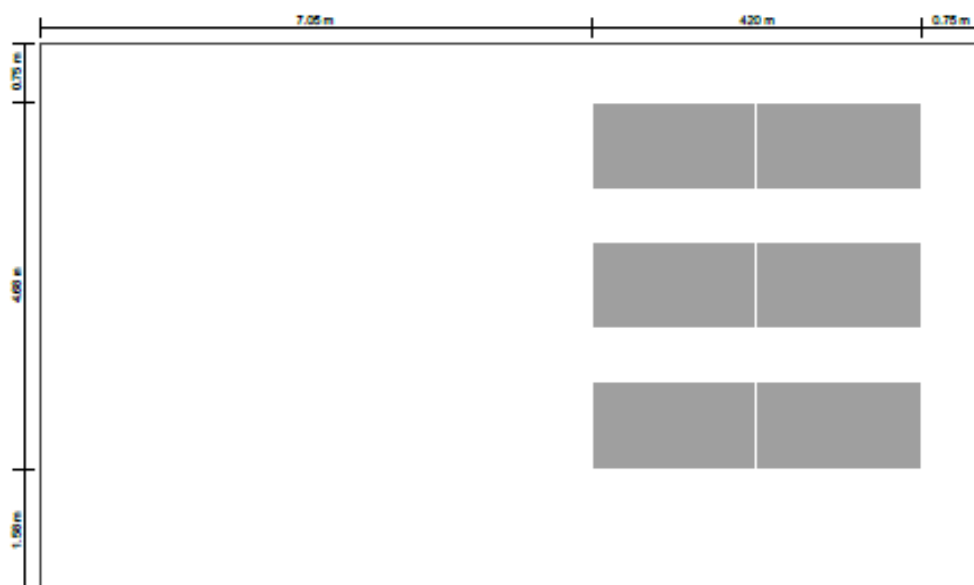
OCHRANA PŘI PORUŠĚ dle čl.411.3 - automatické odpojení, uzemnění a pospojování

DOPLŇKOVÁ OCHRANA dle čl.415.2 - doplňující ochr. pospojování

Rozvaděče označené tabulkami - POZOR EL. PROUD! - POZOR ZPĚTNÝ PROUD!

| | | |
|---|-------------------|--|
| Zodpovědný projektant | Kontroloval | Elektur s.r.o. |
| Ing. Jakub Štironě | Ing. Václav Turek | Dolní Lukavice 107 334 44 Dolní Lukavice ICO: 03472329, tel.: 721 1229 084 e-mail: info@elektur.cz |
| Projektant | | |
| Ing. Jakub Štironě | | |
| Investor | | |
| Ing. Marek Ženka Ph.D. a Ing. Kateřina Ženková | formát | A4 |
| AKce | datum | 06/2023 |
| PŘIPOJENÍ FVE 3 kWp pro ohřev TUV | účel | dokumentace pro provádění stavby |
| Plešská cesta 241/21, RD p.č.st. 396/5 | č. zakázky | |
| 326 00 Pleš 2 | č. kopie | 1 |
| Díl | archivní č. | |
| D.1.4 Technika prostředí staveb - silnoproudá elektrotechnika | Měřitko | - |
| Obsah výkresu | Č. výkresu | D.1.4.1 |
| 1P schéma FVE - elektroinstalace | | |

Příloha č.2 – Umístění FV panelů na objektu



| Umístění FV panelů na střeše objektu | |
|--------------------------------------|------------------------------|
| Místo instalace | Plzeňská cesta 241/21, Plzeň |
| Umístění FVE | Střecha RD na parc. č. 396/5 |
| Orientace | JV – 18° |
| Typ FV panelů | 6x Longi LR5-66HIH-500M |
| Typ regulátoru | GETI GWH01 MPPT-4000W |
| Výkon FVE | 3 kWp |
| Sklon FV panelů | 13° (dle použité konstrukce) |

Bilance solárních fotovoltaických systémů pro potřeby programu Nová zelená úsporám v rámci Národního plánu obnovy
Rodinné a bytové domy - Oblast podpory C.2: FV - Solární fotovoltaický ohřev vody

C.2: FV

v1.0 RD, BD (21.9.2021)

Část A - Identifikační údaje

IDENTIFIKACE ŽADATELE

2 Příjmení / Název : **Ženka** Jméno : **Marek**

IDENTIFIKACE NEMOVITOSTI

3 Katastrální území (číslo) : **Hradiště u Plzně (722341)** Číslo listu vlastnictví : **641**
4 Číslo parcely : **396/5** Číslo popisné : **21**
5 Druh budovy: **Rodinný dům**

VSTUPNÍ HODNOTY PRO STANOVENÍ POTŘEBY TEPLA NA PŘÍPRAVU TEPLÉ VODY

6 Počet osob: **4** osob Spotřeba na osobu: **40** l/os.den
7 Teplota studené vody t_{sv} : **10** °C Teplota teplé vody t_{tv} : **55** °C
8 Objem solárního zásobníku (uvedte podle projektu) **270** l
9 Přirážka na tepelné ztráty při přípravě teplé vody Zásobníkový ohřev bez cirkulace
10 Název solárního zásobníku (typové označení) **LOGALUX SH 290 RS-B**

VSTUPNÍ HODNOTY FOTOVOLTAICKÉHO SYSTÉMU

11 Název FV panelu (typové označení) **Longi LR5-66HIH-500M**
12 Jmenovitá provozní teplota článku - NOCT **45** °C Špičkový výkon systému - P_{pk} **3,00** kW_p
13 Snížení účinnosti z 1000 na 200 W/m - $\Delta\eta_G$ **4,00%** Referenční účinnost η_{ref} **21,1%**
14 Výkonový teplotní součinitel **-0,35%** %/K Podíl elektrických ztrát regulátor s MPPT

Pole FV panelů č. 1:

Pole FV panelů č. 2:

15 Azimut solárního FV panelu - γ ($J_{ih} = 0^\circ$) **15°** Azimut solárního FV panelu - γ ($J_{ih} = 0^\circ$) **0°**
16 Sklon solárního FV panelu β ($svisle=90^\circ$) **15°** Sklon solárního FV panelu β ($svisle=90^\circ$) **0°**
17 Instalovaný výkon pole č.1: **3,00** kWp Instalovaný výkon pole č.2: **0,00** kWp

VYHODNOCENÍ

18 Plocha FV panelů (vztažná plocha) : **14,23** m²
19 Potřeba tepla pro přípravu TV **3515** kWh/rok
20 Měrný využitelný zisk solárního systému **186** kWh/m².rok
21 Celkový využitelný zisk solárního systému **2378** kWh/rok Vyhovuje požadavkům pro rodinné domy
22 Pokrytí potřeby tepla na přípravu TV **68** %
23 Minimální požadovaný objem solárního zásobníku **240** l Vyhovuje požadavkům pro opatření C.2: FV

22 Datum : **11.10.2023**

24 Číslo oprávnění / autorizace :

jméno, příjmení (hůlkovým písmem) a podpis zpracovatele

| | |
|--|----|
| Data projektu - budova | 3 |
| Data projektu - modulová pole | 4 |
| Moduly | 5 |
| 3D náhled | 6 |
| Kusovník | 7 |
| Legenda | 9 |
| Plánování střechy - montážní plán | 10 |
| Délky lišt (m) | 11 |
| Plánování střechy - plán nařezání lišt | 12 |
| Plánování střechy - detaily montáže | 13 |
| Plánování střechy - plán balastní zátěže (kg) | 14 |
| Plánování střechy - plošné zatížení (kg/m ²) | 15 |
| Zatížení/Statika | 16 |
| Rozměry | 19 |
| Průkaz stability polohy | 20 |

Data projektu - budova

Střecha

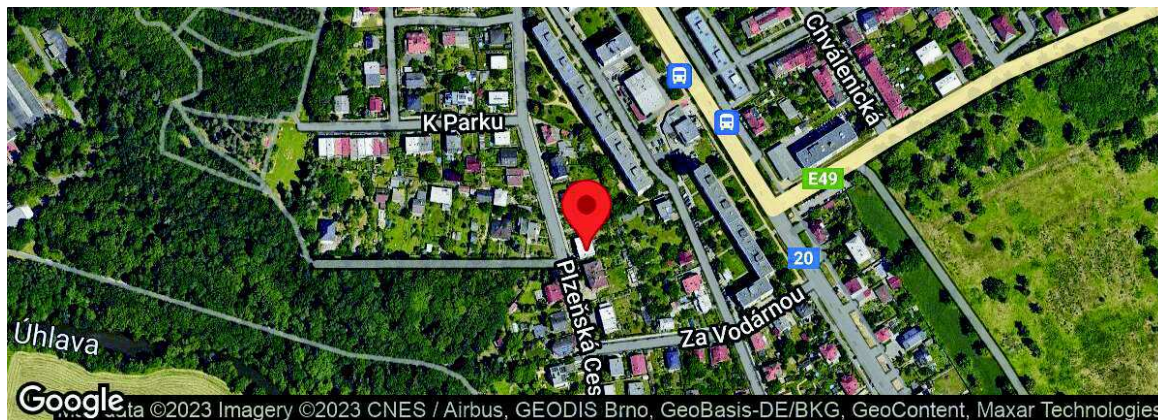
| | |
|---|----------------|
| Typ střechy | Plochá střecha |
| Délka budovy uvnitř (m) | 7.010 |
| Šířka budovy uvnitř (m) | 12.000 |
| Sklon střechy (°) | 3 |
| Výška budovy (m) | 7.500 |
| Šířka budovy (m) | 8.000 |
| Délka budovy (m) | 13.000 |
| Výška atiky (m) | 0.500 |
| Šířka atiky (m) | 0.500 |
| Střecha zátěžová rezerva (kg/m ²) | 25 |
| Orientace střechy (°) | -18 |

Zakrytí

| | |
|---------------------------|-------------------------|
| Druh zakrytí | Utěsnění ploché střechy |
| Těsnicí materiál | PVC |
| Vrstva štěrku / substrátu | ne |

Okolí

| | |
|--------------------------|---|
| Země | Česko |
| Adresa | Plzeňská Cesta 241/21, 326 00 Plzeň 2-Slovany-Hradiště, Česko |
| Kategorie zábradlí | III |
| Výšková poloha (m n. m.) | 340 |
| Zóna zatížení větrem | II |
| Zóna zatížení sněhem | I |



Data projektu - modulová pole

| Modulové pole | Modulové pole 1 |
|------------------------|---|
| Modul | LONGI LR5-66HIH-500M |
| Počet modulů | 6 |
| D / Š / V (mm) | 2094 / 1134 / 35 |
| Hmotnost (kg) | 26.0 |
| Výkon | 3 kWp |
| Montážní systém | Uzavřený II jih základní lišta 150-30 dělicí vrstva |
| Rastr (řady x sloupce) | 3 x 2 |
| Úhel vyvýšení | 13° |
| Rozteč řad [mm] | 1787 |

Typ modulu

LONGI
LONGI LR5-66HIH-500M

Elektrická data

| | |
|--|-----|
| Jmenovitý výkon P _{mpp} (Wp) | 500 |
| Napětí při P _{mpp} (V) | - |
| Proud při P _{mpp} (A) | - |
| Volnoběžné napětí U _{oc} (V) | - |
| Zkratový proud I _{sc} (A) | - |
| Teplotní koef. P _{mpp} (%/°C) | 0.0 |
| Teplotní koef. I _{sc} (%/°C) | 0.0 |
| Teplotní koef. U _{oc} (%/°C) | 0.0 |
| Účinnost modulu (%) | - |

Mezní hodnoty

| | |
|--|---|
| Max. přípustné systémové napětí (V) | - |
| Zatížitelnost zpětným proudem I _r (A) | - |

Rozměry a hmotnost

| | |
|---------------------------------|-------|
| Plocha modulu (m ²) | 2.375 |
| Délka modulu (mm) | 2094 |
| Šířka modulu (mm) | 1134 |
| Tloušťka rámu (mm) | 35 |
| Prům. otvoru rámu (mm) | 1.0 |
| Hmotnost (kg) | 26.0 |

Charakteristické údaje

| | |
|-----------------------|---------------|
| Připojení | - |
| Délka kabelu +/- (mm) | - / - |
| Zhotovitel | Jakub Slivoně |
| Č. výt. | UM026190 |

3D náhled Plocha střechy 1



| Č. výr. | Označení výrobku | Počet | VPE | Cena celkem* |
|-----------|---|-------|-----|--------------|
| 03-000309 | Krajový úchyt modulů pro ploché střechy 30-42mm | 12 | 20 | 526.56 Kč |
| 03-000324 | Středový úchyt modulů pro ploché střechy 30-42mm | 6 | 100 | 108.00 Kč |
| 03-000343 | Patka pod moduly set 13° 150-30mm | 9 | 50 | 730.80 Kč |
| 03-000362 | Pomůcka pro montáž / demontáž | 1 | 1 | 240.50 Kč |
| 03-000383 | Samořezný šroub 5,5 s podložkou | 38 | 500 | 299.44 Kč |
| 03-000407 | Hliníkový chránič hran - samolepící | 6 | 50 | 65.28 Kč |
| 03-000508 | Stahovací drc páska pro profilovou přírubu 1-3mm | 18 | 100 | 117.00 Kč |
| 03-000831 | PE Podložka | 2 | 50 | 91.50 Kč |
| 03-000879 | Hliníkový žlab 150-30mm, křížová drenáž, délka 6000mm | 3 | 36 | 4470.18 Kč |
| 03-000910 | Zátěžový žlab QE 120-30 530mm | 4 | 50 | 680.40 Kč |
| 03-001185 | Kontaktní svorka pro středové úchyty | 6 | 100 | 15.78 Kč |
| 03-001243 | Nosič modulů set 13° 150-30mm - SOUTH | 9 | 25 | 1168.65 Kč |
| 03-001439 | Větrný deflektor 13°, délka 2350mm | 6 | 10 | 3170.28 Kč |
| 03-001490 | Podpurná lišta 20x20x1,5 5400mm | 1 | 20 | 158.29 Kč |

Celkové náklady specifické podle zařízení*: **11842.66 Kč**
Náklady kWp specifické podle zařízení*: 3947.55 Kč

Volitelně:

| Č. výr. | Označení výrobku | Počet | VPE | Cena celkem* |
|-----------|---|-------|-----|--------------|
| 03-000099 | Kabelová spona | 18 | 100 | 90.00 Kč |
| 03-000100 | Nástrčná hlavice do Aku šroubováku 8mm | 1 | 1 | 246.35 Kč |
| 03-000133 | Hliníkový kryt žlabů 150-30mm, délka 3000mm | 1 | 10 | 454.50 Kč |
| 03-000175 | Nosič kabeláže | 18 | 100 | 252.00 Kč |

Upozornění k výpočtu množství

Komponenty obsažené v kusovníku byly pro tento projekt stanoveny na základě zadaných dat plánování. Odchylkami daných skutečností na místě vůči datům plánování mohou vzniknout změny ve statickém výpočtu a také v kusovníku. Potřebnou balastní zátěž je třeba zjistit v plánu zátěže a je uvedena v kg. Zatížení střechy v kg/m² zahrnuje kromě balastní zátěže také vlastní hmotnost zařízení. Plánované provedení je třeba zkontrolovat před objednáním ze strany instalačního technika / odborného plánovače.

Výpočet množství jednotlivých součástí byl proveden podle následujících předpokladů:

- Statický výpočet spodní konstrukce (upevňovací prostředky, lišty atd.) založený na datech plánování, výsledek platí pouze pro součásti uvedené v kusovníku
- Uspořádání modulů odpovídá zobrazenému plánu zařízení
- Statický výpočet a stanovení množství závisí na modulu zvoleném v plánu zařízení (velikosti a barvě rámu modulu), výsledek se vztahuje na zvolený modul

Kusovník obsahuje součásti, které jsou zapotřebí pro montáž spodní konstrukce podle plánu zařízení. Volitelný kusovník obsahuje nářadí potřebné k montáži a také komponenty netýkající se statiky. Tyto komponenty tvoří příslušenství pro stavbu pohledově příjemného FV zařízení a současně slouží ochraně jeho elektrických komponent.

*Ceny uvedené v kusovníku za přejímku v obalových jednotkách resp. za kus jsou ceny bez DPH a bez odečtení osobní slevy. To platí i pro materiálové náklady ohledně zařízení resp. jeho výkonu.

Všeobecná upozornění

Stanovení zatížení ke statickému výpočtu spodní konstrukce a potřebné balastní zátěže je založeno na údajích eurokódu 1 s přihlédnutím k národním specifikacím různých zemí, které lze v software zvolit, a ke zkouškám ve větrném tunelu. Výjimku tvoří Švýcarsko, stanovení zatížení se provádí podle údajů SIA 261 (2003).

Zvláštní případy stanovení zatížení podle eurokódu 1, jako např. nahromadění sněhu, pád sněhu a zatížení sněhem nebo přihlédnutí k exponované poloze budovy nejsou standardně zohledněny softwarem a je třeba je přezkoušet samostatně.

Zařízení musí být na straně stavby zajištěno proti posunům na střeše způsobeným teplotami.

Průkaz bezpečnosti proti posunutí byl proveden se součinitelem tření $\mu = 0.5$, tuto hodnotu musí na místě stavby zkontrolovat plánovač / instalatér.

Zajištění zařízení proti posunu není prováděno prostřednictvím balastní zátěže. V plánu zařízení plánovač / instalatér na místě stavby zvolil instalaci prvků pro zajištění polohy.

Další podrobnosti najdete ve statickém vyjádření „Průkaz bezpečnosti polohy“.

Zkoušku kvality střechy musí na místě provést instalační technik. Dělicí vrstvu mezi spodní konstrukcí a utěsněním střechy je třeba zkontrolovat ohledně kompatibility a odolnosti materiálů na místě stavby a souladu s příslušnými požadavky na pruhy utěsnění ploché střechy. Instalační technik ručí za správnost údajů. BayWa r.e. Solar Energy Systems GmbH nepřebírá žádnou odpovědnost! Změny a omyly vyhrazeny. Tento odhad cen nenahrazuje naše závazné potvrzení zakázky.

Spodní konstrukci je nutné namontovat podle zadaných údajů v montážním návodu. V něm jsou uvedeny všechny relevantní údaje, např. zadání pro utahovací moment šroubových spojů nebo provedení dilatačních spár.

Montážní systém včetně statického výpočtu je certifikován zkušebním ústavem TÜV Rheinland. Podniková výrobní kontrola společnosti BayWa r.e. Solar Energy Systems GmbH splňuje všechny předepsané požadavky EN 1090-1:2009+A1:2011, přílohy ZA jako podkladu k označení CE v rámci nařízení EU č. 305/2011 (nařízení o stavebních výrobcích – CPR).

Statický výpočet se vztahuje pouze na montážní systém novotegra a ne na statiku budovy. Přezkoušení střešní nosné konstrukce (statiky budovy) musí provést statik na místě stavby.

Dále je třeba pro odbornou montáž modulů dodržovat montážní návod výrobce modulů. Právě tak se poukazuje na příslušné bezpečnostní předpisy ohledně prevence nehod a příslušné směrnice, jako jsou např. základní pravidla pro pokrývače.



Střecha

Zamčené plochy: Komín, střešní okno nebo vikýř.

Moduly.

Substrátová deska pro zelenou střechu poloviční

Substrátová deska pro zelenou střechu

Trámy: Krokve nebo vaznice.

Podle druhu zakrytí: Hřebety vlny, profil hrany nebo horní hřebeny.

Montážní systém součásti

Upevňovací prostředek: Střešní hák/tyčový šroub a dvojitý střešní hák.

Podpěry modulů a paty základny.

Koncové a středové svorky.

Lištové spojky, volná uložení a křížové lištové spojky.

Lišty vertikální a horizontální, tažné pásy / protivětrné plechy.

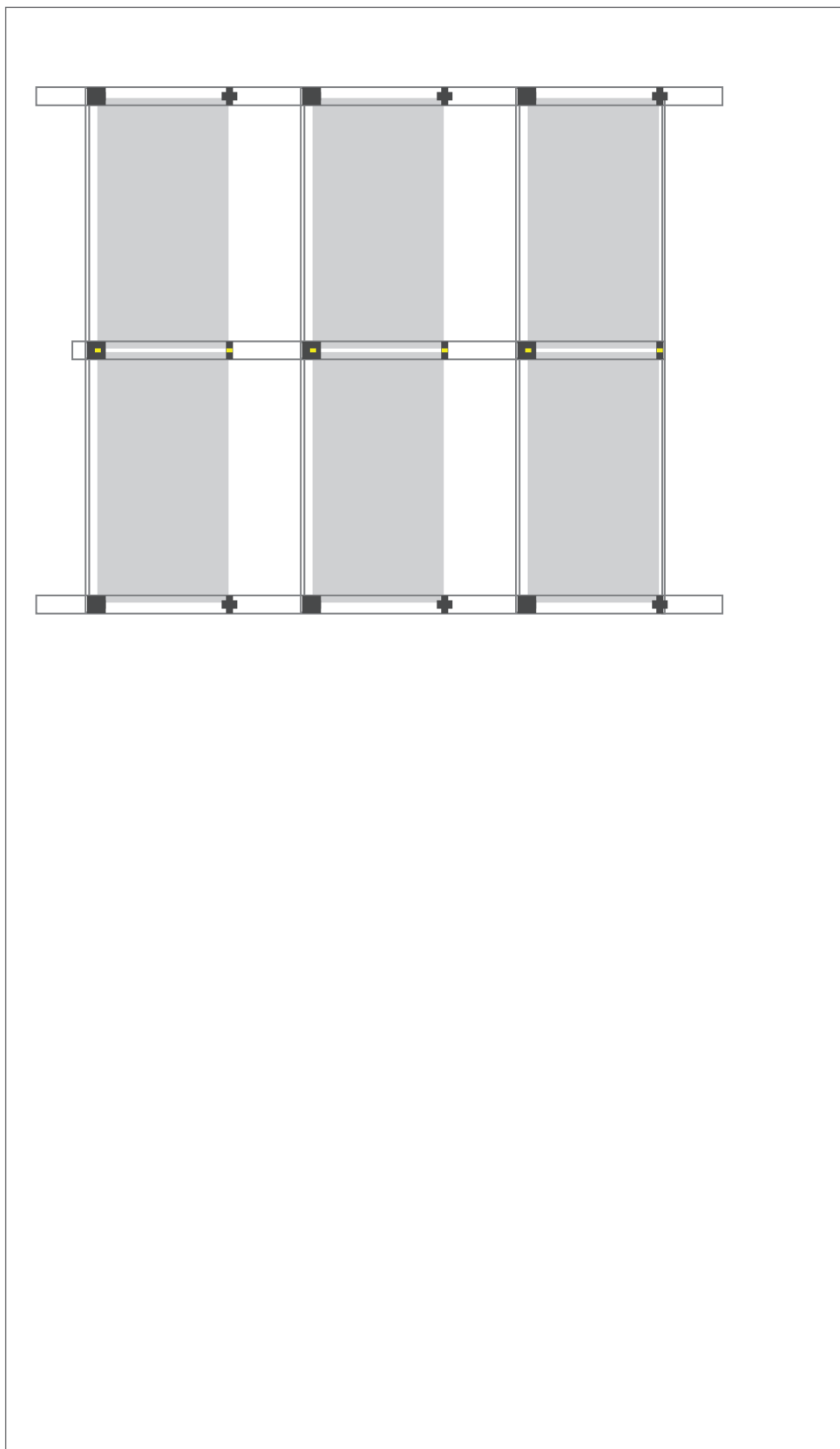
Podtržené údaje o balastní zátěži vyžadují balastní vanu

Upozornění/výstrahy

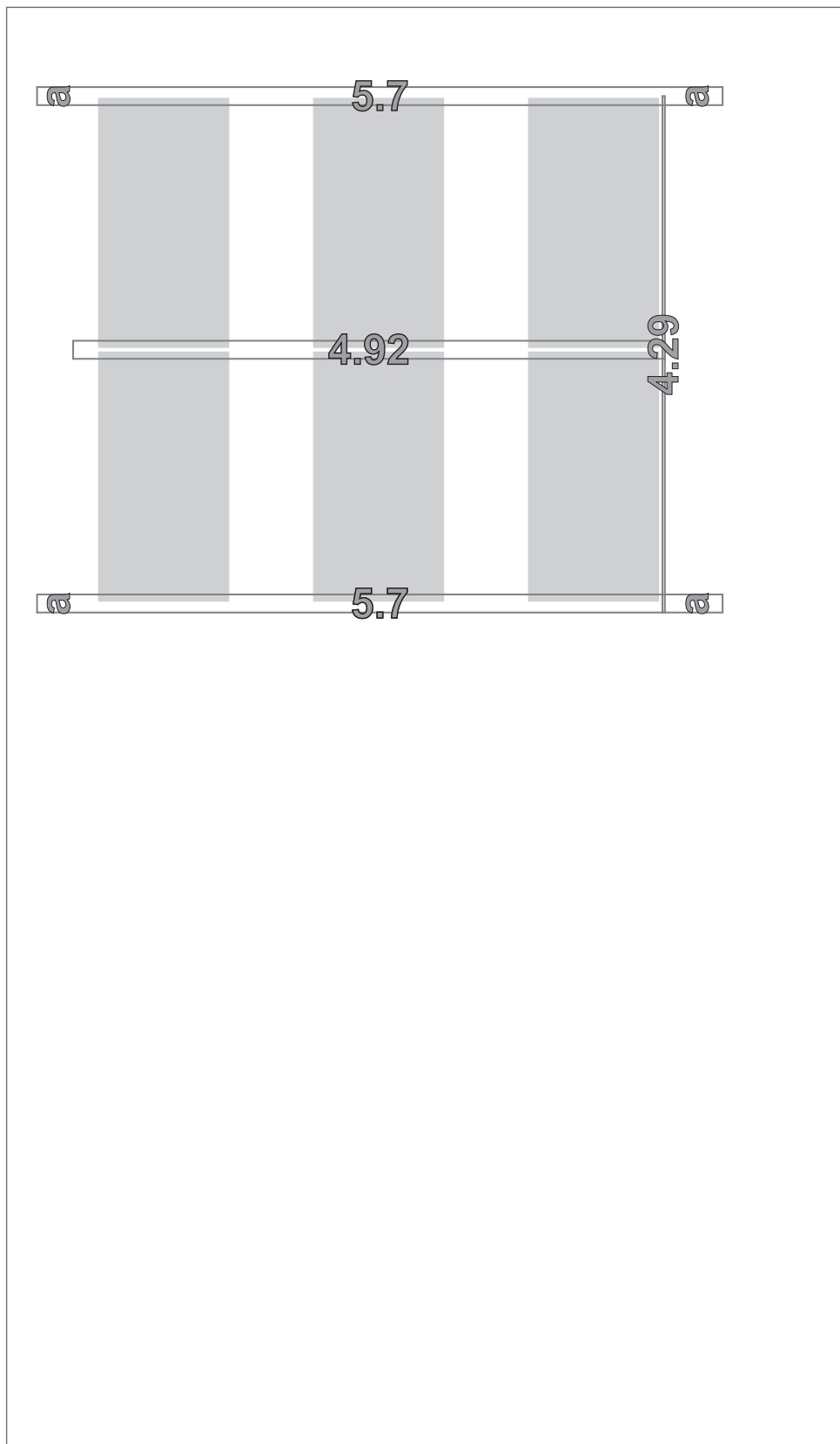
Barevný kód, který zobrazí odstraněnou chybu v plánování.

Barevný kód, který zobrazí výstrahu v plánování.

Plánování střechy - montážní plán Střecha 1

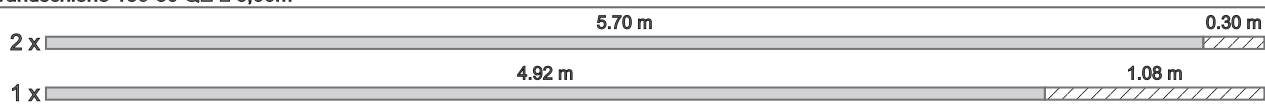


Délky lišt (m)

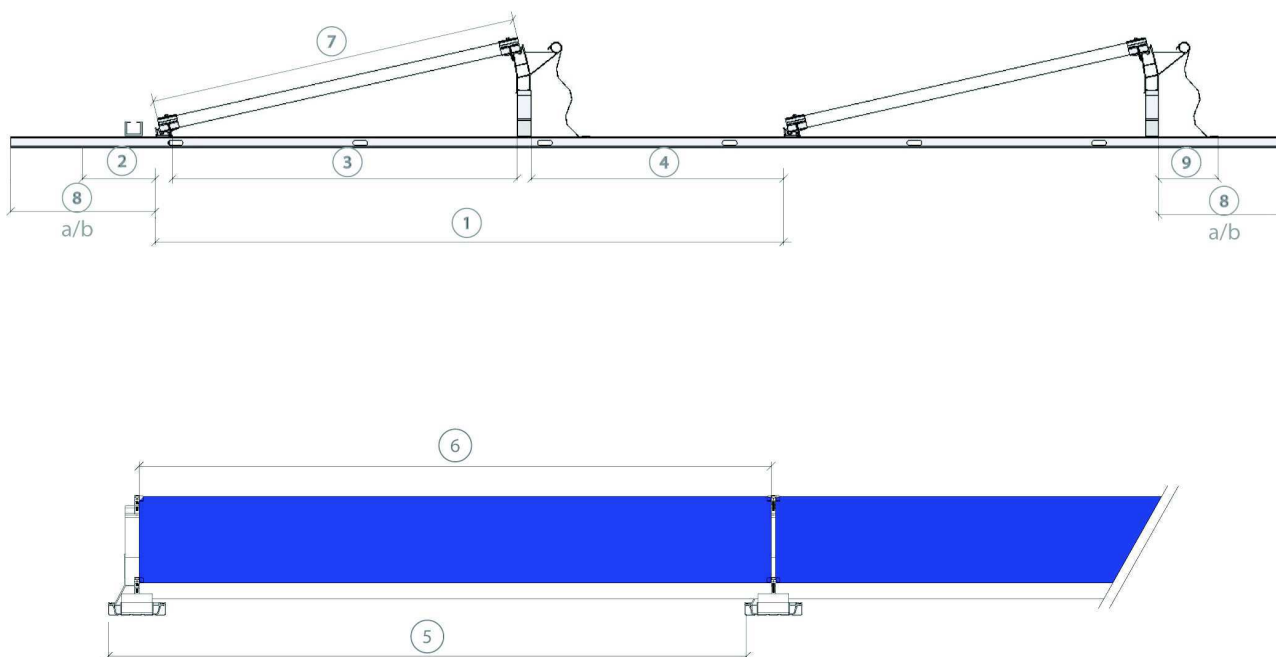


Plánování střechy - plán nařezání lišt (1/1)

Grundschiene 150-30 QE L 6,00m



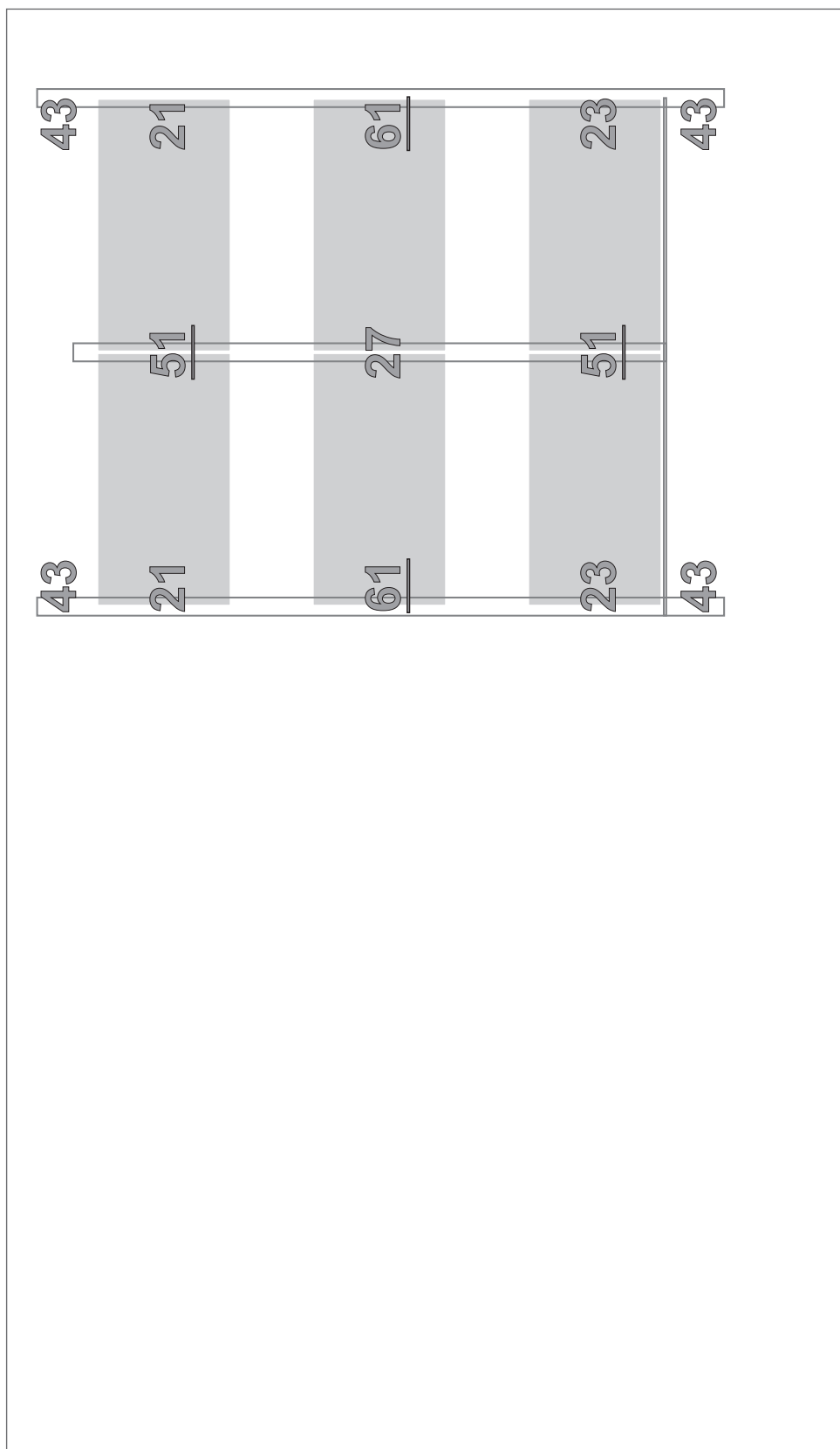
Plánování střechy - detaily montáže

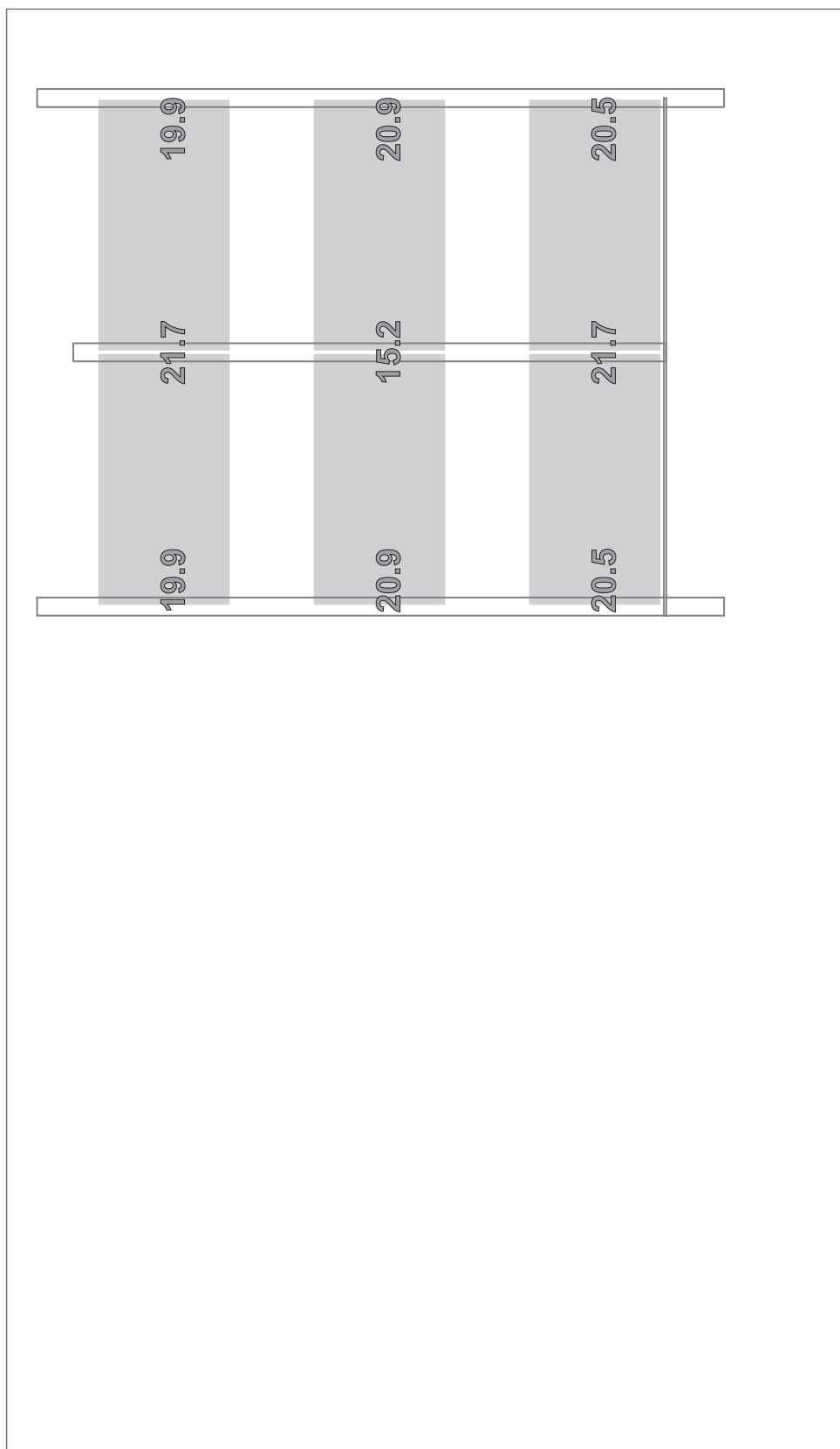


| ID | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 (a/b) | 9 |
|----|-------|-----|-------|------|-------|-------|-------|---------|------|
| A | 178.7 | 4.0 | 105.1 | 66.3 | 210.9 | 209.4 | 113.4 | 50/100 | 20.0 |

- 1 Rozteč řad [cm]
- 2 Přecházení základní lišty [cm]
- 3 Vzdálenost profil základny / podpěra [cm]
- 4 Vzdálenost podpěra / pata základny [cm]
- 5 Rozteč základních lišt [cm]
- 6 Délka modulu [cm]
- 7 Šířka modulu [cm]
- 8 (a/b) Vyložení [cm]
- 9 Vzdálenost podpěra modulu / protivětrný plech [cm]

Plánování střechy - plán balastní zátěže (kg)



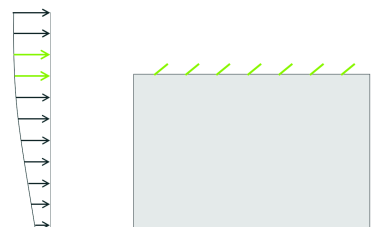


Zatížení: Uzavřený II jih základní lišta 150-30 dělicí vrstv...

Charakteristické zatížení resp. tvarový součinitel sněhu

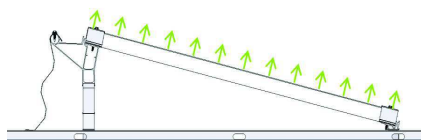
| | | | |
|---|------------|------|-----------------|
| Vlastní hmotnost spodní konstrukce | $g_{UK} =$ | 0.01 | kN/m^2 |
| Vlastní hmotnost modulu | $g_M =$ | 0.11 | kN/m^2 |
| Tlak rychlosti větru v nárazech | $q_p(Z) =$ | 0.58 | kN/m^2 |
| Zatížení sněhem na zemi | $s_k =$ | 0.70 | kN/m^2 |
| Tvarový součinitel sněhu | $\mu =$ | 0.80 | |
| Zatížení sněhem kolmo na modulu | $s_M =$ | 0.52 | kN/m^2 |
| Doba využívání zařízení Zatížení větrem | | 50 | Roky |
| Doba využívání zařízení Zatížení sněhem | | 50 | Roky |
| Koeficient okolního prostředí Zatížení sněhem | $C_e =$ | 1 | |
| Topografický faktor rychlost větru | $c_0 =$ | 1.00 | |
| Třída následných škod (CC1) | $k_{FI} =$ | 0.9 | |

Tlak rychlosti větru v nárazech



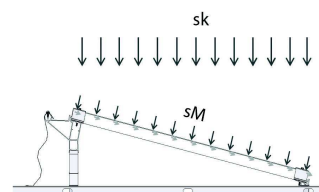
Tlak rychlosti větru v nárazech [kN/m^2]

Lokální zatížení sáním větrem na modul



Lokální zatížení sáním větrem [kN/m^2] na modul

Zatížení sněhem kolmo na modul



s_k : Zatížení sněhem na zemi
 s_M : Zatížení sněhem kolmo na modul [kN/m^2] = [kPa]

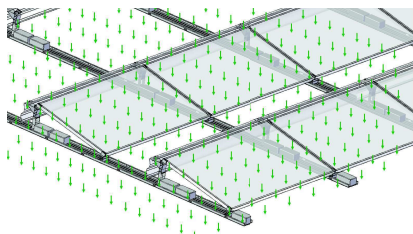
Balastní zátěž

| | Balastní zátěž (kg) | Plošné zatížení FV zařízení (kg/m ²) | Liniové zatížení vč. sněhu (kg/m) | Plošný tlak vč. sněhu (kN/m ²) |
|---------------------------------|---------------------------|---|---|---|
| Roh (max) | 51 | 21.7 | 120 | 21.1 |
| Okraj vpředu (max) | - | - | - | - |
| Okraj vzadu (max) | - | - | - | - |
| Boční okraj (max) | 61 | 20.9 | 81 | 14.3 |
| Střed (min) | - | - | - | - |
| Okraj dilatační spáry (max) | - | - | - | - |
| Roh dilatační spáry (max) | - | - | - | - |
| Okraj dilatační spáry (max)* | _* | _* | _* | _* |
| Roh dilatační spáry (max)* | _* | _* | _* | _* |

* s dodatečnými opatřeními

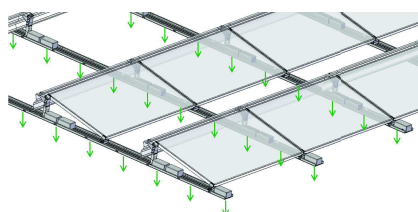
Od 50 kg byly k optimalizaci balastní zátěže naplánovány balastní vany, od 80 kg dodatečné třetí lišty.

Plošné zatížení



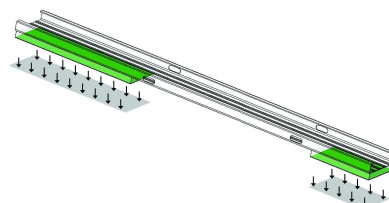
Plošné zatížení [kg/m²] FV zařízení
vč. balastní zátěže pro kontrolu
rezervy zatížení střechy

Liniové zatížení



Liniové zatížení [kg/m] vč. zatížení
sněhem pod základní lištou ke
kontrole statiky budovy (např.
trapézový plech)

Plošný tlak



Plošný tlak [kN/m²] = [kPa] vč.
zatížení sněhem pod dělicí vrstvou
základní lišty rozhodující pro průkaz
tepelné izolace

Statika: Uzavřený II jih základní lišta 150-30 dělicí vrstva

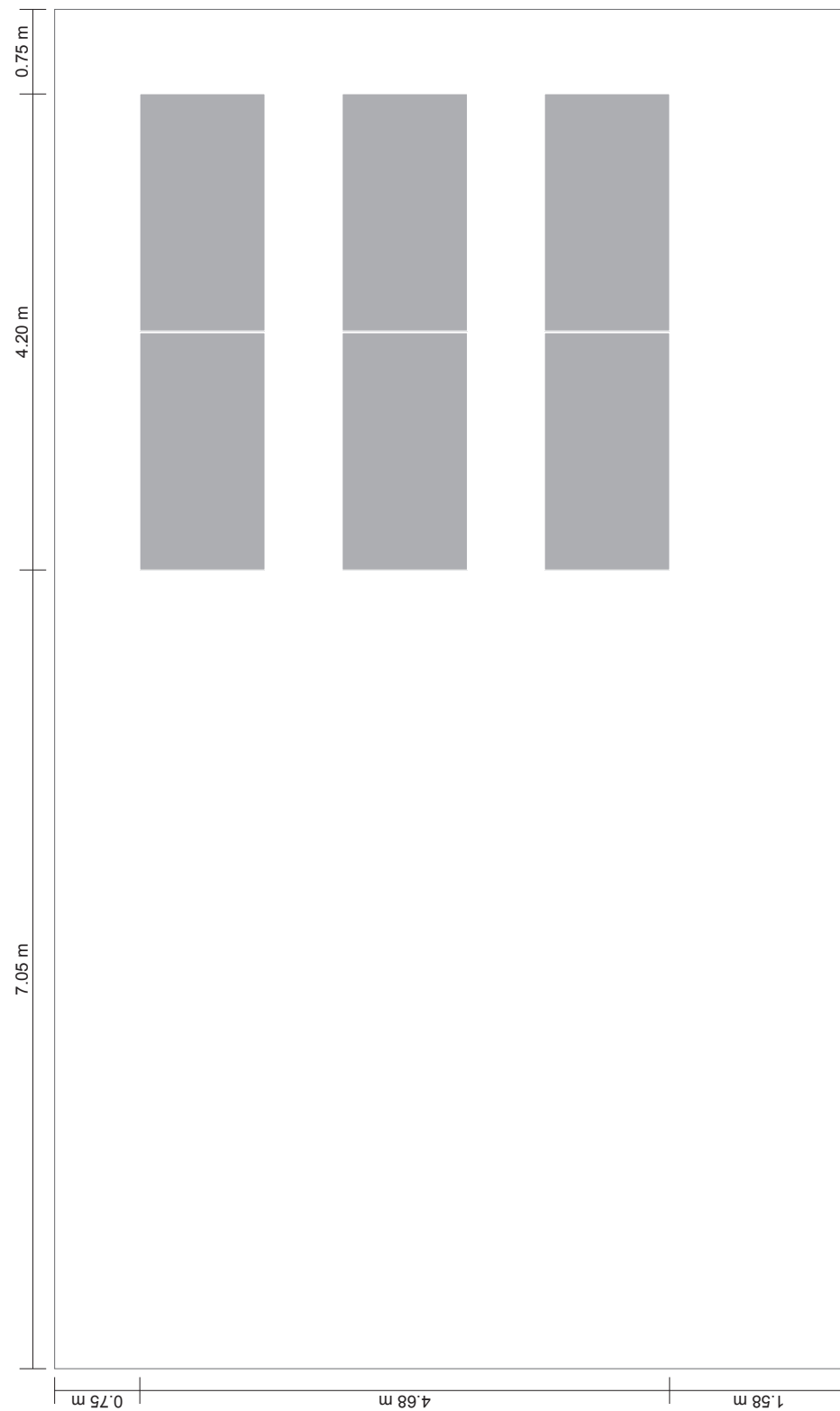
Platné pro rozteč řad 1.787 m a vzdálenost základní lišty 2.109 m

| Kombinace stavů zatížení | Působení zátěže [m ²] | μ / cpe Up. modulu vpředu | Využití paty základny | μ / cpe Up. modulu vzadu | Využití podpěry |
|-----------------------------|--------------------------------------|---------------------------------|--------------------------|--------------------------------|--------------------|
| Sníh | 1.19 m ² | 0.80 | 21 % | 0.80 | 34 % |
| Sání větru střed | 1.19 m ² | -0.85 | 35 % | -1.10 | 38 % |
| Sání větru okraj | 1.19 m ² | -1.20 | 52 % | -1.20 | 42 % |
| Sání větru roh | 1.19 m ² | -1.60 | 72 % | -1.40 | 50 % |

Celý systém

| | |
|---|------------------------|
| Hmotnost modulů | 156 kg |
| Hmotnost montážního systému (bez obalu) | 37 kg |
| Celková balastní zátěž | 512 kg |
| Celková hmotnost | 704 kg |
| Průměrná hmotnost FV systému včetně balastní zátěže vzhledem k pokrývané ploše střechy | 31.1 kg/m ² |

Modulové pole 1



Průkaz stability polohy

Průkaz stability polohy

Průkaz GEO2 Gl.(A.2) s dílčími součiniteli bezpečnosti podle tabulky NA.A.1.2(B) je zde rozhodující u sklonu střechy $\leq 5^\circ$

| | |
|-------------------|-----------------|
| Modulové pole | Modulové pole 1 |
| Počet modulů nMF | 6 ks. |
| Rozteč řad aReihe | 1.79 m |
| Hmotnost modulu | 26.0 kg |

Celková hmotnost modulů pro příslušné modulové pole mM [kg] = nMF [St.] x hmotnost modulu [kg/ks] s nMF = počet modulů příslušného modulového pole [kg]

| | |
|-----|--------|
| mM | 156 kg |
| mMS | 27 kg |
| mB | 512 kg |

Zjištění celkové hmotnosti modulového pole: $m \text{ [kg]} = m_M \text{ [kg]} + m_{MS} \text{ [kg]} + m_B \text{ [kg]}$ s m_{MS} = vlastní hmotnost montážního systému a m_B = vlastní hmotnost balastní zátěže

m 695 kg

aerodynamické koeficienty cpe

na základě zkoušek ve větrném tunelu podle DIN EN 1991-1-4/NA:2010-12 NDP k 1.5 (2)

související velikosti bloků (řady modulů x počet modulů vedle sebe, při směru východ - západ se jedná o dvojité řady) podle zprávy Wacker o zkouškách ve větrném tunelu

a příslušné aerodynamické koeficienty: $c_{peBG,h}$ [-] pro horizontální zatížení větrem

a cpe,v [-] pro sání větru (vertikální) pro příslušnou rozteč řad a Reihe [m]

| | |
|-------------------|--------|
| Velikost bloku BG | 3 x 3 |
| cpeBG,h | 0.423 |
| cpeBG,v | -0.142 |

horizontální aerodynamický koeficient $c_{pe,h} [-] = f_{BG} [-] \times c_{peBG,h} [-]$

s korekčním činitelem $f_{BG} [-] = \text{počet modulů (BG) [ks]} / n_{MF} [\text{ks.}]$ avšak nejméně 1,0

| | |
|-------|-------|
| fBG | 1.50 |
| cpe.h | 0.634 |

aerodynamický koeficient pro vertikální zvedací sílu $c_{pe,v} [-] = f_{BG} [-] \times c_{peBG,v} [-]$

cpe,v -0.214

Zatížení sáním větru (vertikální zvedací síla)

$w_{s,k}$ [kN/modulové pole] = nMF [ks] x délka modulu [m] x délka základny [m] x $c_{pe,v}$ [-] x q_p [kN/m²]

s délkou základny [m] analogicky ke zkouškám ve větrném tunelu a náporovému tlaku (tlaku při nárazové rychlosti větru) $q_p = 0.58$ [kN/m²]

Délka základny 1.27 m

$w_{s,k}$ -1.99 kN

Jm. hodnota sání větru $w_{s,d}$ [kN] = $w_{s,k}$ [kN] x γ_Q [-] x k_{Fi} [-] s faktory bezpečnosti pro zatížení větrem $\gamma_Q = 1.5$

a koeficientem failure importance $k_{Fi} = 0.9$ DIN EN 1990:2010-12 tabulka B.3 podle třídy spolehlivosti RC1

$w_{s,d}$ -2.68 kN

potřebná balastní zátěž při sání větru $m_{B,Ws}$ [kg] = $w_{s,d}$ [kN] x 102 [kg/kN] / $\gamma_{G,inf}$ [-]

s faktorem bezpečnosti balastní zátěže $\gamma_{G,inf} = 1$ podle DIN EN 1990/NA:2010-12 tabulka NA.1.A.1.2(B)

$m_{B,Ws,d}$ 274 kg

dostupné pro bezpečnost proti posunutí m_{Gl} [kg] = $\gamma_{G,stab}$ [-] x m [kg] - $m_{B,Ws}$ [kg]

s m = celková hmotnost modulového pole vč. balastní zátěže a montážního systému [kg]

a $\gamma_{G,stab} = 1$ podle DIN EN 1990/NA:2010-12 tabulka NA.1.A.1.2(B)

$m_{Gl,d}$ 421 kg

Síla působící na nakloněné rovině

charakteristická síla na nakloněné rovině $m_{Ha,k}$ [kN] = $\sin \alpha$ x m [kg] / 102 [kg/kN]

se sklonem střechy $\alpha = 3^\circ$

$F_{Ha,k}$ 0.36 kN

Jmenovitá hodnota síly na nakloněné rovině $F_{Ha,d}$ [kN] = $F_{Ha,k}$ [kN] x k_{Fi} [-] x γ_G [-] pro průkaz bezpečnosti proti posunutí (GEO)

s balastní zátěží jako zádržnou silou platí dílčí součinitel bezpečnosti $\gamma_{G,sup} = 1.35$

podle DIN EN 1990/NA:2010-12 NPD k A.1.3.1(5) s odkazem na tabulku NA.A.1.2(B) a $k_{Fi} = 0.9$ (viz v.)

$F_{Ha,d}$ 0.43 kN

Varianta: Jištění s kotevním blokem

m_{ABl} [kg] = $F_{Ha,k}$ [kN] x 102 [kg/kN] / (μ - $\sin \alpha$)

m_{ABl} 81 kg

Poznámka: Upevnění k položenému kotevnímu bloku je smysluplná alternativa k upevnění kotvou (průnik střechou) především u nízkých horizontálních sil < 0,5 kN. Dbejte prosím upozornění v doplnění montážního návodu ohledně zajištění polohy.

Zatížení větrem horizontální

$w_{h,k}$ [kN/modulové pole] = nMF [St] x délka modulu [m] x výška základny [m] x $c_{pe,h}$ [-] x q_p [kN/m²]

s výškou základny podle zkoušek ve větrném tunelu

Výška základny 0.355 m

$w_{h,k}$ 1.65 kN

Jmenovitá hodnota horizontálního zatížení větrem $w_{h,d}$ [kN] = $w_{h,k}$ [kN] x γ_Q [-] x k_{Fi} [-]

s faktorem bezpečnosti pro zatížení větrem $\gamma_Q = 1.5$ a $k_{Fi} = 0.9$ (viz v.)

$w_{h,d}$ 2.23 kN

Přidrzná síla

charakteristická adhezní síla jako přídržná síla: $F_{GL,Rk} [kN] = m_{GL,d} [kg] / 102 [kg/kN] \times \mu [-]$

s koeficientem tření $\mu = 0.50$ podle zadání uživatele

$F_{GL,Rk}$ 2.06 kN

Jmenovitá hodnota adhezní síly jako přídržné síly: $F_{GL,Rd} [kN] = F_{GL,Rk} [kN] \times y_{G,inf} [-]$

s $y_{G,inf} = 1.0$ podle DIN EN 1990/NA:2010-12 tabulka NA.1.A.1.2(B)

Jmenovitá hodnota přídržné síly: $F_{GL,Rd} [kN] = F_{GL,Rk} [kN] / y_{R,h} [-]$

s $y_{R,h} = 1.1$ dílčí součinitel bezpečnosti třecí síly podle DIN 1054-101:2009-02, Tab. A2-3,

viz odkaz na DIN EN 1990/NA:2010-12 tabulka NA.1.A.1.2(B) poznámka pod čarou b

$F_{GL,Rd}$ 1.88 kN

Průkaz stability polohy (průkaz bezpečnosti proti posunutí)

Využití η [%] pouze se zohledněním adhezního tření bez samostatného zajištění polohy:

$\eta [-] = \text{hnací síla složená z větru} / \text{přídržné třecí síly} = F_{GL,d} [kN] / F_{GL,Rd} [kN]$

η 142 %

Musí být učiněna ještě dodatečná opatření pro zachycení následujících zbylých hnacích sil:

$F_{LS,d} [kN] = F_{GL,d} [kN] - F_{GL,Rd} [kN]$

$F_{LS,d}$ 0.8 kN

Při předpokládané nosnosti zajištění polohy $F_{1LS,Rd} = 1.50 [kN]$ podle údaje uživatele

vychází následující počet potřebných zajištění polohy na každé modulové pole $n_{LS,Gl} [ks.] = F_{LS,d} [kN] / F_{1LS,Rd} [kN/ks.]$, min. však 2 kusy, pokud $F_{LS,d} > 0$

$n_{LS,Gl}$ 2 ks.

Využití zajištění polohy při započítání adhezní síly $\eta_{LS,Gl} [-] = F_{LS,d} [kN] / (n_{LS,Gl} [-] \times F_{1LS,Rd} [kN])$

s $F_{1LS,Rd} = 1.50 [kN]$

$\eta_{LS,Gl}$ 26 %

Počet potřebných zajištění polohy proti kolísání teplot

(použití adhezní síly bez adhezního tření při pružném napojení*) $m_{LS,T} [ks.] = H_{a,k} [kN] / F_{1LS,Rd} [kN/ks.]$, min. však 2 kusy

*srov. odkaz v publikaci BSW-Solar (2019): Zajištění polohy FV zařízení na plochých střechách proti posunutí v důsledku tepelných protažení („kolísání teplot“)

$m_{LS,T}$ 2 ks.

Využití zajištění polohy proti kolísání teplot

$\eta_{LS,T} [-] = H_{a,k} [kN] / (m_{LS,T} [-] \times F_{1LS,Rd} [kN])$ s $F_{1LS,Rd} = 1.50 [kN]$

$\eta_{LS,T}$ 12 %

rozhodující počet zajištění polohy na jedno modulové pole: $n_{LS} [St.] = \max(n_{LS,Gl} ; n_{LS,T})$

n_{LS} 2 ks.