



Projektová kancelář dr. Pavel Jílek



Žalhostice 120, 41101 Žalhostice

<http://www.jilek.cz>

Datová schránka: kdmwp6y

e-mail: info@jilek.cz

280/23/2024

PROJEKTOVÁ DOKUMENTACE

Technika prostředí staveb,
ochrana před atmosférickým přepětím.

Dokumentace pro provádění stavby (DPS)

ve smyslu ustanovení § 157, odst. 1., písm. d) zákona
č. 283/2021 Sb. v platném znění

04 - Návrh konstrukcí FV panelů

**Stavba: Instalace fotovoltaického systém, (FVE),
na budově Mateřské školy Bohušovice
ul. Nová čp.55**



| Connecting Strength

K2 Base Report

MS Bohusovice

Adresa projektu

Nová 55, 411 56 Bohušovice nad Ohří

Společnost

Zdeněk Vácha

Zpracovatel

Zdenek Vacha

Datum vydání a verze

11.11.2024 | K2 Base Verze 3.2.15.0

Obsah

Přehled projektu	4
Hospodářský pavilon	7
Návrh montáže	10
Výsledky	12
Technická zpráva: statika	14
Seznam položek	19
Pavilon "D"	20
Návrh montáže	23
Výsledky	25
Technická zpráva: statika	27
Seznam položek	32
Pavilon "B+C"	33
Návrh montáže	36
Výsledky	39
Technická zpráva: statika	41
Seznam položek	46
Pavilon "A"	47
Návrh montáže	50
Výsledky	53
Technická zpráva: statika	55
Seznam položek	60
Seznam položek	61

O nás

K2 Systems. Inovativní montážní systém od silného týmu.

Od roku 2004 vyvíjíme průkopnická a vysoce funkční řešení montážních systémů pro fotovoltaické instalace po celém světě. Naše systémy jsou navrženy v našem vlastním oddělení vývoje produktů, kde neustále optimalizujeme a přizpůsobujeme montážní systémy neustále se měnícímu trhu.

Znalý a přátelský tým

Stejně jako horolezecký tým je i K2 Systems postaven na vzájemné důvěře. To platí pro náš zákaznický servis i v rámci společnosti samotné, protože věříme, že důvěryhodné partnerství vede k úspěšným fotovoltaickým projektům.

Naši zaměstnanci se plně soustředí na potřeby a přání našich zákazníků. To platí pro všechna oddělení společnosti.

10 míst a celosvětová prodejní síť

V našem mezinárodním týmu všichni spolupracují, abychom zákazníkům poskytli kompetentní, komplexní a zcela personalizované služby.

To platí zejména pro neustálé školení našich zaměstnanců v oblasti optimalizace produktů, zajištění kvality nebo inovací stavebních technik.

Řízení kvality a certifikáty

Společnost K2 Systems se vyznačuje bezpečnými spoji, nejvyšší kvalitou a přesně vyrobenými komponenty na míru. Naši zákazníci a obchodní partneři všechny tyto faktory hluboce oceňují. Tři nezávislé autority otestovaly, potvrdily a certifikovaly naše dovednosti a komponenty. Externí autority nejsou jediné, které společnost K2 Systems podrobily zkoušce. Naše interní kontrola kvality zajišťuje, že všechny naše výrobky podléhají neustálému procesu kontroly.

Všechna tato opatření zajišťují vynikající standardy kvality, které jsou příkladem výrobků společnosti K2 Systems a které udržujeme prostřednictvím převážně exkluzivních postupů "Made in Germany" nebo "Made in Europe".



Záruka na produkt

K2 Systems nabízí 12letou záruku na všechny produkty ve své integrované řadě. Tyto standardy zajišťuje použití vysoce kvalitních materiálů a třístupňová kontrola kvality.

Ve zkratce

Jako specialisté na střechy nabízíme efektivní a ekonomická řešení pro střechy po celém světě a poskytujeme profesionální, rychlou a spolehlivou podporu našim zákazníkům v solárním průmyslu.

Statický posudek neobsahuje modulové a stavební ověření.



Přehled projektu

Střechy

Střecha	Systém	Modul	Výška	Počet	Celkový výkon
Hospodářský pavilon  Fólie, štěrk,...	S-Dome 6.10 Classic	LR5-72HPH-550M 2 278×1 134×35 mm 550 Wp	3,90 m	22	12.1 kWp
Pavilon "D"  Fólie, štěrk,...	S-Dome 6.10 Classic	LR5-72HPH-550M 2 278×1 134×35 mm 550 Wp	3,90 m	24	13.2 kWp
Pavilon "B+C"  Fólie, štěrk,...	S-Dome 6.10 Classic	LR5-72HPH-550M 2 278×1 134×35 mm 550 Wp	7,50 m	22	12.1 kWp
Pavilon "A"  Fólie, štěrk,...	S-Dome 6.10 Classic	LR5-72HPH-550M 2 278×1 134×35 mm 550 Wp	3,90 m	21	11.55 kWp
Součet				89	48,95 kWp

Informace o projektu

Adresa	Nová 55, 411 56 Bohušovice nad Ohří
Zpracovatel	Zdenek Vacha

Načíst nastavení

"Metoda návrhu"	CZ EN
Třída následků	CC1
Návrhová životnost	50 let
Kategorie terénu	IV - 15% povrchu pokrytu stavbami s výškou nad 15 m
Prostředí	Běžná krajina
Rychlost větru	25,0 m/s
Oblast zatížení větrem	II
Sněhové oblasti	I
Zatížení sněhem na zemi	0,70 kN/m²



Přehled projektu

Materiálové hodnoty

Hliník EM-AW 6063 (EP, ET, ER/B) T66

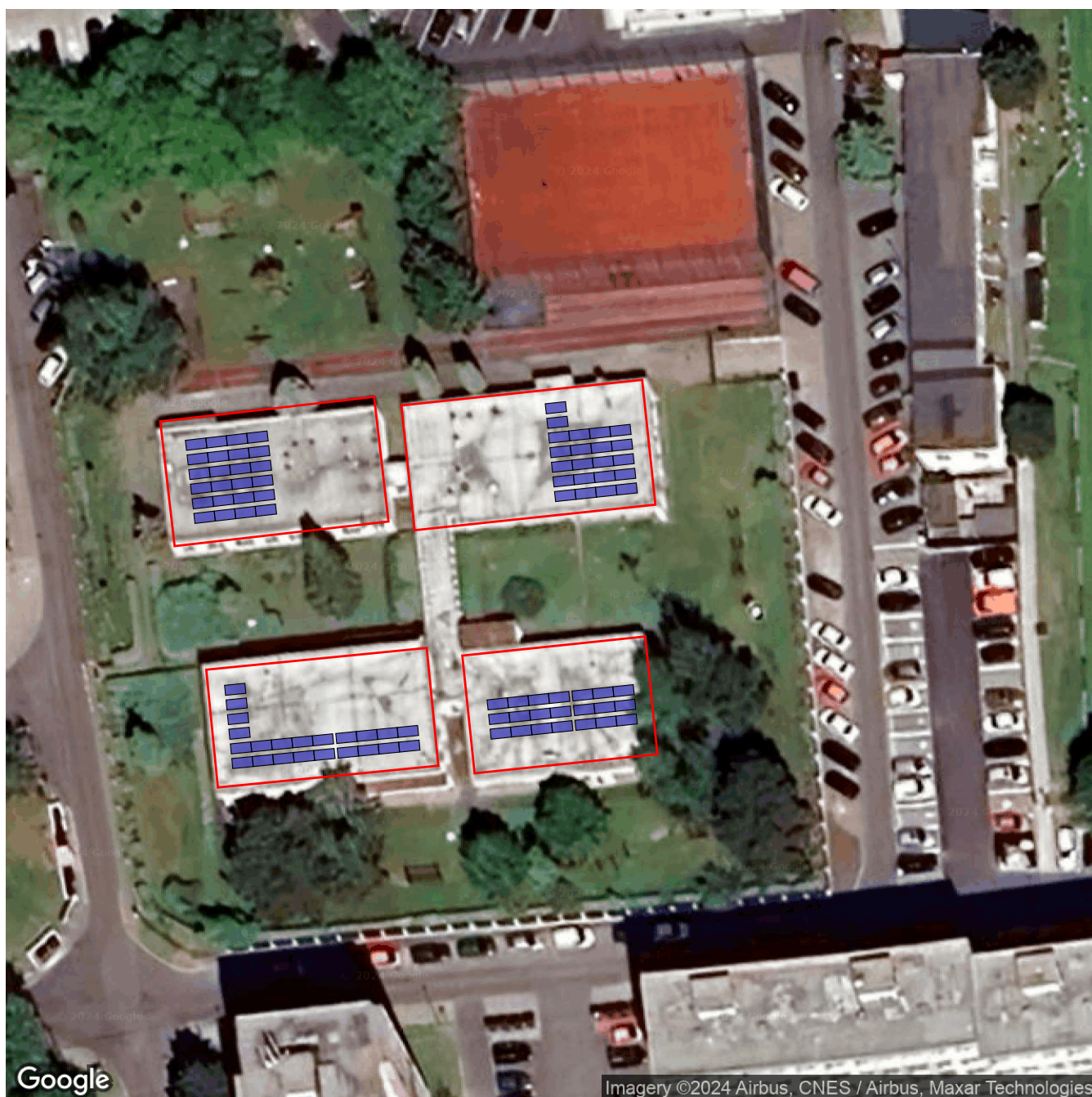
Elastický modul	$E = 70.000 \text{ N/mm}^2$
Smykový modul	$G = 26.923 \text{ N/mm}^2$
Hustota	$g = 2.700 \text{ kg/m}^3$
Tepelný koeficient	$\alpha_T = 2.3e^{-5}$
Mez kluzu	$f_{o,k} = 200 \text{ N/mm}^2$
Ultimátní síla	$f_{u,k} = 245 \text{ N/mm}^2$



PROJEKT JE OVĚŘEN.

Vybraný montážní systém lze sestavit podle návrhu.
Děkujeme, že jste si vybrali montážní systém K2.

MS Bohusovice



Informace o projektu

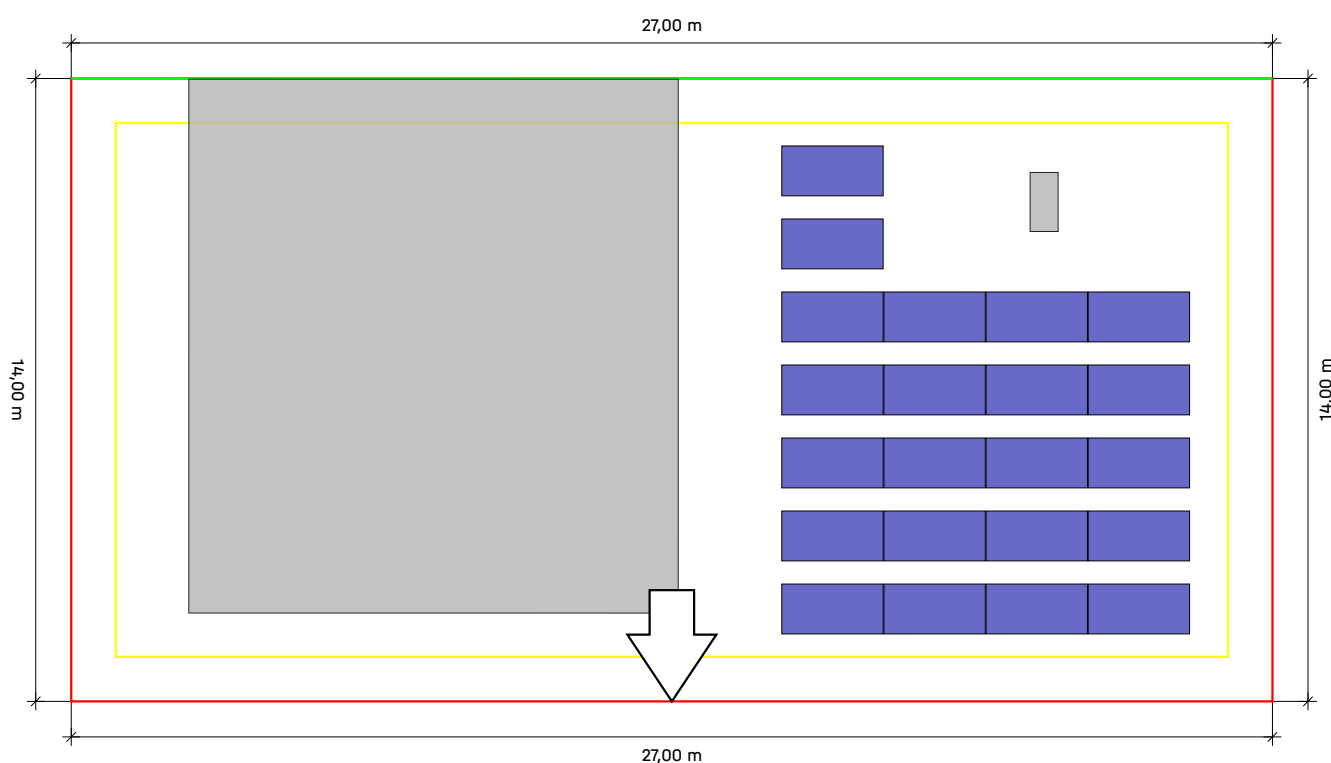
Adresa

Nová 55, 411 56 Bohušovice nad Ohří

Zpracovatel

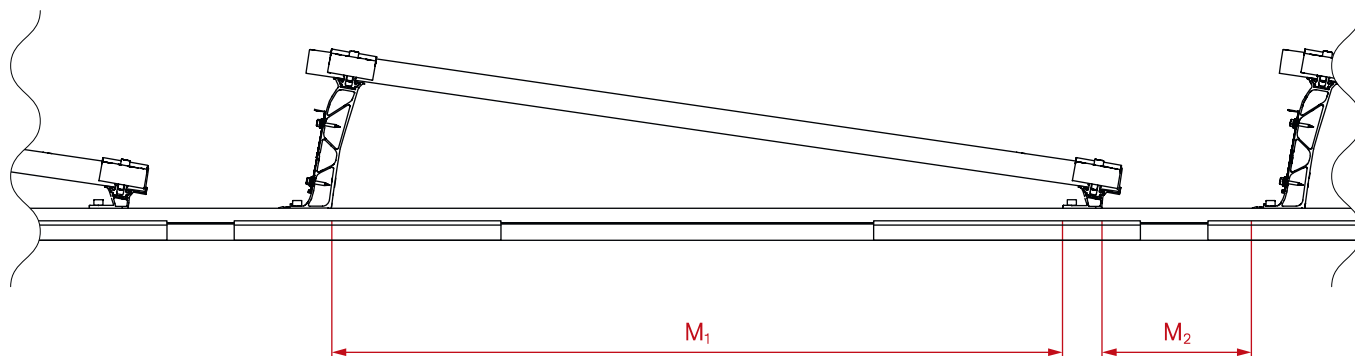
Zdenek Vacha

Střechy | Hospodářský pavilon



Střecha	Systém	Modul	Výška	Počet	Celkový výkon
Hospodářský pavilon  Fólie, štěrk,...	S-Dome 6.10 Classic	LR5-72HPH-550M 2 278×1 134×35 mm 550 Wp	3,90 m	22	12.1 kWp

Střechy | Hospodářský pavilon | Předmontáž / montážní



Modulární pole 1

M1 1 005,96 mm

M2 505,08 mm



Střechy | Hospodářský pavilon | Návrh montáže

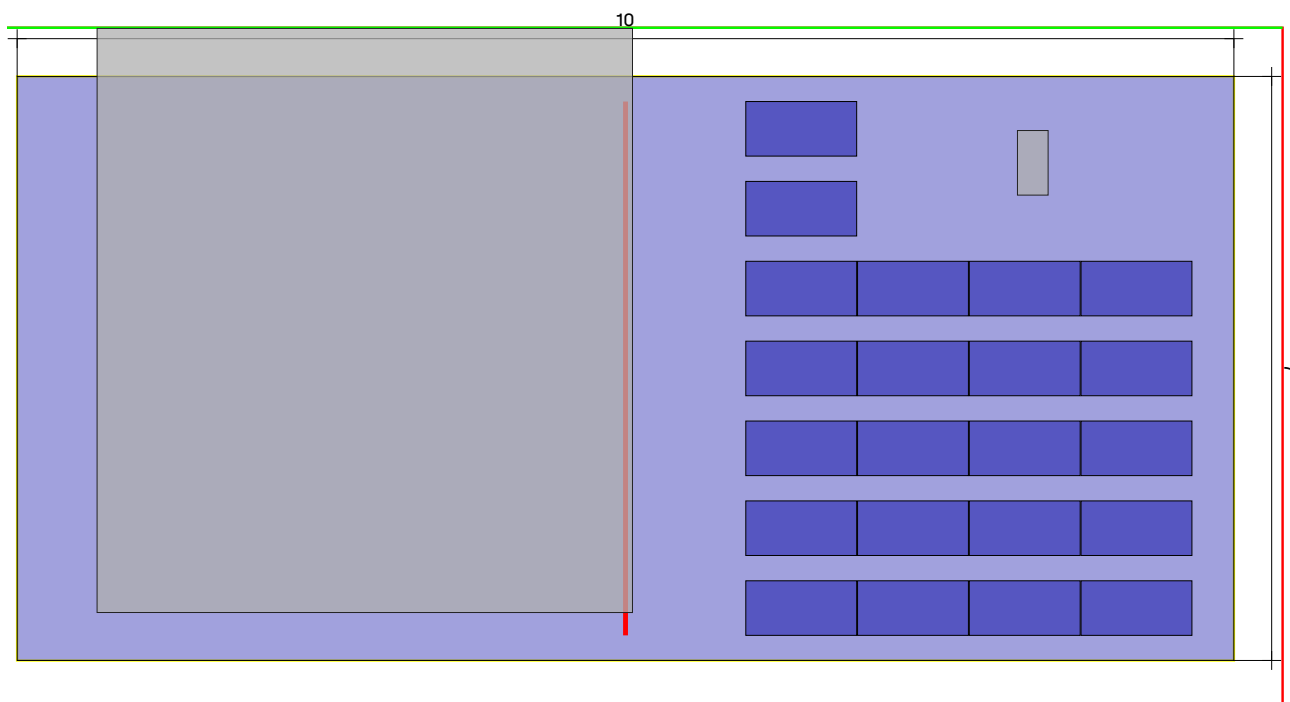
Základní kolejnice

Typ	Celé kolejnice		Řez		
	Celková délka	Počet 5,95 m	Část železnice / zbytek	Délka	Zbytek
2*A	11,026 m	1*5,95 m	5,950	5,076 z 5,950	0,864
1*B	7,744 m	1*5,95 m	5,950	1,794 z 5,950	<u>4,146</u>
1*C	7,744 m	1*5,95 m	<u>4,146</u>	1,794 z 4,146	<u>2,342</u>
1*D	7,744 m	1*5,95 m	<u>2,342</u>	1,794 z 2,342	0,539

1 cm je považován za „ztracený“ pro každý řez

Červená čísla jsou zbytky kolejnic, které již nebudou používány

Střechy | Hospodářský pavilon | Modulární pole 1



Střecha ① Modulární pole ①

Montážní systém

[S-Dome 6.10 Classic](#)

Modul

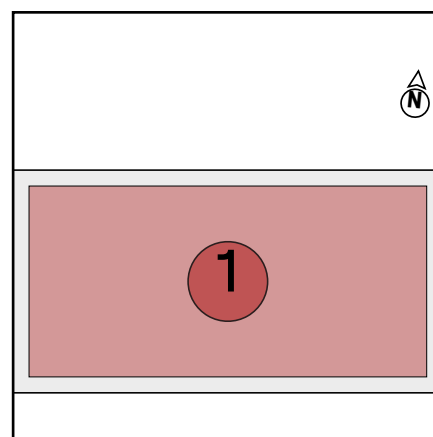
22(12.1 kWp) x
LR5-72HPH-550M

Rozestup řad

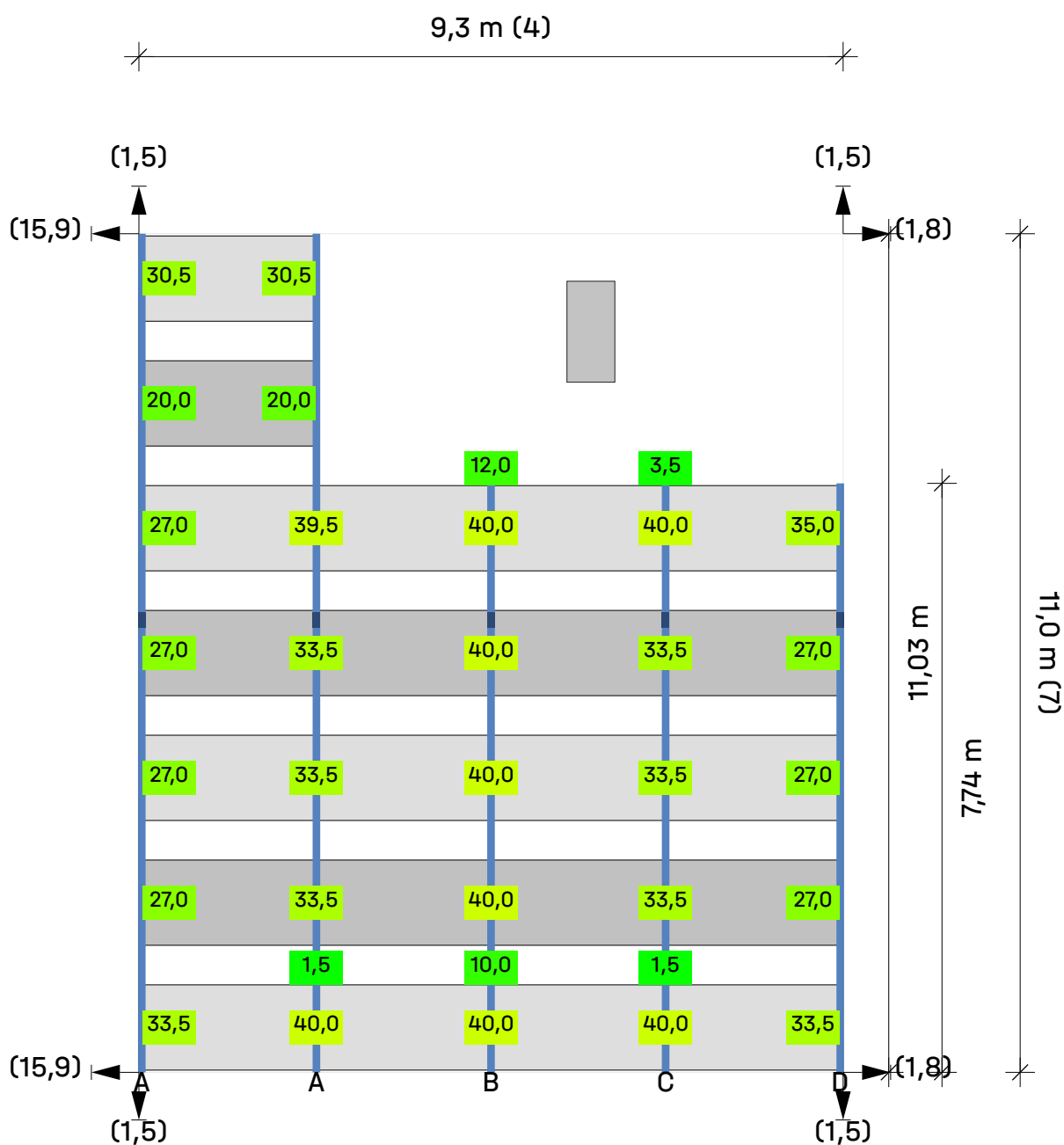
1,64 m

Krok údržby

0,52 m



Střechy | Hospodářský pavilon | Modulární pole 1 | Modulové

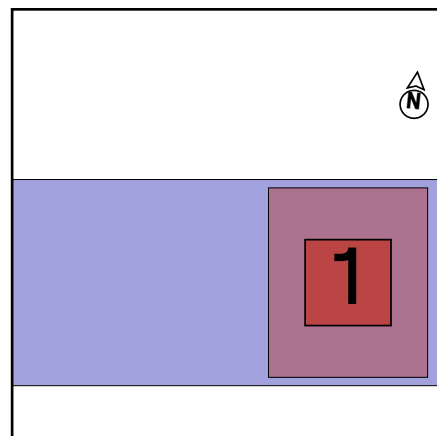


Střecha ① Modulární pole ① Blok s moduly 1

Moduly (4 × 7) - 6 = 22

Legenda

- Montážní lišta
- Rozestup řad [m]
- Vzdálenost od okraje střechy [m]
- 25 Zátěž v kilogramech (kg)
- Porterova zátěž





Výsledky | Hospodářský pavilon

Střecha	Systém	Modul	Výška	Počet	Celkový výkon
Hospodářský pavilon  Fólie, štěrk,...	S-Dome 6.10 Classic	LR5-72HPH-550M 2 278×1 134×35 mm 550 Wp	3,90 m	22	12.1 kWp

Modul

Název	LR5-72HPH-550M
Výrobce	Longi Solar
Výkon	550 Wp
Rozměry	2 278×1 134×35 mm
Hmotnost	27,5 kg
Náklon panelu	8,6 °

Modulové svorky

Svorka modulů	DomeClamp Black MC Set 30-50
Koncová svorka	DomeClamp Black EC Set 30-50

Kapacita přítěže

Speed Porter	40,0 kg
Porter	108,0 kg

Vytížení systému

Provedení	Tlak	Sání
Vytížení systému	43,44%	36,09%
Zatížení modulů (Zkouška únosnosti)	1,32 kN/m²	-0,66 kN/m²
Zatížení modulů (Zkouška použitelnosti)	0,99 kN/m²	-0,45 kN/m²

Konkrétní zatížení

Blok s moduly	Počet modulů	Zátěž [kg]	Vlastní hmotnost [kg]	Oblast modulového bloku [m²] (vč. obslužný koridor)	Stálé zatížení [kN/m²]	Vlastní zatížení (plocha střechy) [kN/m²]
Blok 1	22	981,0	1 676,20	79,49	0,21	
Součet	22	981,0	1 676,20			0,04

Výsledky | Hospodářský pavilon

Poznámky

- Důkaz statické rovnováhy a únosnosti systému se provádí kontrolou zatěžovacích stavů při zvedání a posouvání větrem podle expertízy v aerodynamickém tunelu institutu IFI
- Na naší domovské stránce najdete krátkou verzi Windkanalgutachtens a certifikát pro další statické výpočty.
- Konstrukce byla staticky ověřena v souladu s Eurokódem 9: Navrhování hliníkových konstrukcí (prEN 1999-1-1:2021) a nabízí dostatečnou únosnost a stabilitu pro zatížení specifikovaná v kapitole „Maximální zatížení prvků“.
- Korekční faktor pro zatížení větrem s ohledem na dobu životnosti, f_W , je podle DIN EN 1991-1-4/NA, NDP pro 4,2 (2P) poznámka 5, tabulka 3
- Korekční faktor pro zatížení sněhem s ohledem na dobu životnosti, f_S , je podle DIN EN 1991-1-3/příloha D, tabulka 4
- Všechny hodnoty odporu komponent jsou stanoveny z externí statické inženýrské kanceláře.
- Návrhová pravidla odpovídají základům navrhování konstrukcí: ČSN EN 1990: 2021.
- Zatížení sněhem se určuje podle ČSN EN 1991-1-3: 2017.
- Zatížení větrem se určuje podle ČSN EN 1991-1-4: 2013.
- Životnost byla zohledněna podle normy Eurokód EN 1991 – Zatížení konstrukcí, zatížení sněhem a Eurokód EN 1991 – Zatížení konstrukcí, zatížení větrem.
- Třída následků byla zohledněna podle normy EN 1990 Eurokód – Zásady navrhování konstrukcí.
- Osoba odpovědná za provádění prací musí zkontrolovat předpokládané zatížení s podmínkami na místě. Pokud jsou zjištěny odchylky, je třeba neprodleně konzultovat osobu, která vypracovala statický výpočet. Všeobecné podmínky používání (VPP), speciálně § 2 („Technické a odborné podmínky u zákazníka“), § 7 („Omezení záruky“) a § 8 („Omezení ručení“).



Technická zpráva: statika | Hospodářský pavilon

Všeobecné informace

Název	MS Bohusovice
Montážní systém	S-Dome 6.10 Classic
Zpracovatel	Zdenek Vacha

Informace o poloze

Adresa	Nová 55, 411 56 Bohušovice nad Ohří
Nadmořská výška	150,10 m

Informace o střeše

Výška budovy	3,90 m
Typ střechy	Plochá střecha
Sklon střechy	2°
Metoda upevnění	Zátěž
Krytina	Fólie, štěrk,...
Minimální vzdálenost od okraje	1,00 m
Výška atiky	0,00 m
Materiál	Bitumen
Koeficient tření	0.2

Koeficient tření je nutně na místě ověřit. Pokud bude zjištěna menší hodnota, je nezbytně nutně ji zadat sem pro výpočet zatížení!

Zatížení

"Metoda návrhu	CZ EN
"	
Třída následků	CC1
Návrhová životnost	50 let
Kategorie terénu	IV - 15% povrchu pokrytu stavbami s výškou nad 15 m

Zatížení větrem

Oblast zatížení větrem	II
Rychlostní tlak, 50 let	$q_{p,50} = 0,459 \text{ kN/m}^2$
Faktor upravující zatížení sněhem podle doby návratu	$f_w = 1,000$
Rychlostní tlak, 25 let	$q_{p,25} = 0,459 \text{ kN/m}^2$



Technická zpráva: statika | Hospodářský pavilon

Zatížení sněhem

Sněhové oblasti	I
Prostředí	Běžná krajina
Sněhová zábrana mřížová	Ne
Zatížení sněhem na zemi	$s_k = 0,700 \text{ kN/m}^2$
"Tvarový součinitel zatížení sněhem"	$\mu_i = 0,800$
Faktor sklonu střechy	$d_i = 0,999$
Zatížení střechy sněhem, 50 let	$s_{i,50} = 0,560 \text{ kN/m}^2$
Faktor upravující zatížení sněhem podle doby návratu	$f_s = 1,000$
Zatížení střechy sněhem, 25 let	$s_{i,25} = 0,560 \text{ kN/m}^2$

Stálé zatížení

Hmotnost modulu	$G_M = 27,5 \text{ kg}$
Hmotnost montážního systému na modul	$= 4,1 \text{ kg}$
Plocha modulů	$A_M = 2,58 \text{ m}^2$
Mrtvá hmotnost modulu na m^2	$= 10,65 \text{ kg/m}^2$
Mrtvá hmotnost montážního systému na m^2	$= 1,59 \text{ kg/m}^2$
Celkové zatížení (kromě předřadníku) na m^2	$= 0,12 \text{ kN/m}^2$

Kombinace zatížení

Únosnost

Dílčí součinitel pro stálé zatížení - nepříznivé působení (STR)	$V_{G,sup} = 1,35$
Dílčí součinitel pro stálé zatížení - příznivé působení (STR)	$V_{G,inf} = 1,00$
Dílčí součinitel pro stálé zatížení - nestabilní působení (EQU)	$V_{G,dst} = 1,10$
Dílčí součinitel pro stálé zatížení - stabilní působení (EQU)	$V_{G,stb} = 0,90$
Dílčí součinitel- zatížení n proměnných	$V_Q = 1,50$
Kombinační součinitel zatížení pro Zatížení větrem	$\psi_{0,W} = 0,60$
Kombinační součinitel pro vítr (další proměnlivé vlivy)	$\psi_{1,W} = 0,20$
Kombinační součinitel zatížení pro Zatížení sněhem	$\psi_{0,S} = 0,50$
Součinitel pro stálé zatížení tříd spolehlivosti	$K_{Fl,G} = 0,90$
Součinitel pro proměnlivý zatížení tříd spolehlivosti	$K_{Fl,Q} = 0,85$

Kombinace zatěžovacích stavů 01	$LCC\ 01_{uls} = V_{G,sup} * K_{Fl,G} * G_k + V_Q * K_{Fl,Q} * S_{i,n}$
Kombinace zatěžovacích stavů 02	$LCC\ 02_{uls} = V_{G,sup} * K_{Fl,G} * G_k + V_Q * K_{Fl,Q} * W_{k,Pressure}$
Kombinace zatěžovacích stavů 03	$LCC\ 03_{uls} = V_{G,sup} * K_{Fl,G} * G_k + V_Q * K_{Fl,Q} * (W_{k,Pressure} + \psi_{0,S} * S_{i,n})$
Kombinace zatěžovacích stavů 04	$LCC\ 04_{uls} = V_{G,sup} * K_{Fl,G} * G_k + V_Q * K_{Fl,Q} * (S_{i,n} + \psi_{0,W} * W_{k,Pressure})$



Technická zpráva: statika | Hospodářský pavilon

Kombinace zatěžovacích stavů 06

$$LCC\ 06_uls = \gamma_{G,inf} * G_k + \gamma_Q * \kappa_{Fl,Q} * W_{k,Suction}$$

Bezpečnost polohy

Zkouška sání

$$LCC\ up = \gamma_{G,stab} * G_k + \gamma_Q * \kappa_{Fl,Q} * W_{k,n,Uplift}$$

Zkouška posunu

$$LCC\ displ = \gamma_{G,stab} * G_k + \gamma_Q * \kappa_{Fl,Q} * W_{k,n,Displacement}$$

Použitelnost

Kombinační součinitel zatížení pro Zatížení větrem

$$\psi_{0,w} = 0,60$$

Kombinační součinitel zatížení pro Zatížení sněhem

$$\psi_{0,s} = 0,50$$

Kombinace zatěžovacích stavů 01

$$LCC\ 01_sls = G_k + S_{i,n}$$

Kombinace zatěžovacích stavů 02

$$LCC\ 02_sls = G_k + W_{k,Pressure}$$

Kombinace zatěžovacích stavů 03

$$LCC\ 03_sls = G_k + W_{k,Pressure} + \psi_{0,S} * S_{i,n}$$

Kombinace zatěžovacích stavů 04

$$LCC\ 04_sls = G_k + S_{i,n} + \psi_{0,W} * W_{k,Pressure}$$

Kombinace zatěžovacích stavů 06

$$LCC\ 06_sls = G_k + W_{k,Suction}$$

Max. Tlak na izolaci

Všeobecné informace

Stálé zatížení systému

$$g_{System} = 0,12\ kN/m^2$$

Součinitel tlaku a sil

$$c_{p,Pressure} = 0,20$$

Rozložení zátěže pod ochrannou rohoží budovy pod Peak (45°)

Rozměry

$$380,0 \times 75,3 \times 27,6\ mm$$

$$A_{eff} = 28\ 614,00\ mm^2$$

$$A_{load\ range\ area} = 1,29\ m^2$$

Max. zátěž

$$G_{ballast\ required} = 38,4\ kg$$

Rozložení zátěže pod ochrannou rohoží budovy pod SD (45°)

Rozměry

$$380,0 \times 75,3 \times 27,6\ mm$$

$$A_{eff} = 28\ 614,00\ mm^2$$

$$A_{load\ range\ area} = 1,29\ m^2$$

Max. zátěž

$$G_{ballast\ required} = 13,6\ kg$$

Kombinace zatížení

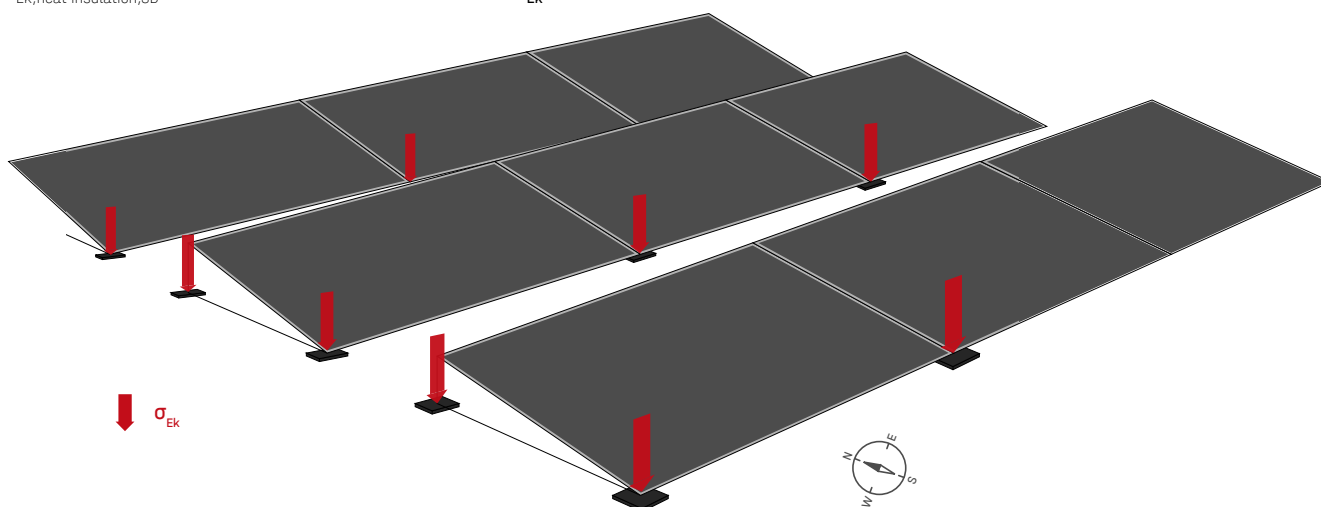
	$\sigma_{Ek,heat\ insulation,S6_10Eco}\ [Pa]$	$\sigma_{Ek,heat\ insulation,SD}\ [Pa]$
Kombinace zatěžovacích stavů 00	18 576	10 076
Kombinace zatěžovacích stavů 01	43 566	35 067

Technická zpráva: statika | Hospodářský pavilon

Účinky mrtvých zátěží (FV systém + předřadník)

 $\sigma_{Ek, \text{heat insulation, S6_10Eco}}$
 $\sigma_{Ek} = 18\,576 \text{ Pa}$
 $\sigma_{Ek, \text{heat insulation, SD}}$
 $\sigma_{Ek} = 10\,076 \text{ Pa}$

Maximální zatížení (součet vlastních zatížení a zatížení sněhem)

 $\sigma_{Ek, \text{heat insulation, S6_10Eco}}$
 $\max \sigma_{Ek} = 43\,566 \text{ Pa}$
 $\sigma_{Ek, \text{heat insulation, SD}}$
 $\max \sigma_{Ek} = 35\,067 \text{ Pa}$


Zatížení H-V

Podle odborného posudku zatížení větrem ústavem I.F.I. Institut für Industrieaerodynamik GmbH

Všeobecné informace

Počet modulů celkem

22

Střešní plochy pokryté moduly

A = ca. 79,49 m²

Stálé zatížení

$g_{k, \text{System incl. ballast}} = 0,21 \text{ kN/m}^2$

Součinitele tlaků a sil

$C_{p, \text{Pressure}}$ = podle normy EN 1991-1-4

$C_{F, x, \text{average}}$ = 0,01

$C_{F, y, \text{averaged}}$ = -0,02

$k_{s, xy}$ = 1,00

k_p = 1,00

= 1,00

Korekce vzdálenosti od okraje

Atika – koeficient korekce

Koeficient výšky budovy

Technická zpráva: statika | Hospodářský pavilon

Zatížení horizontální

$$W_{k,F,x} = 0,004 \text{ kN/m}^2$$

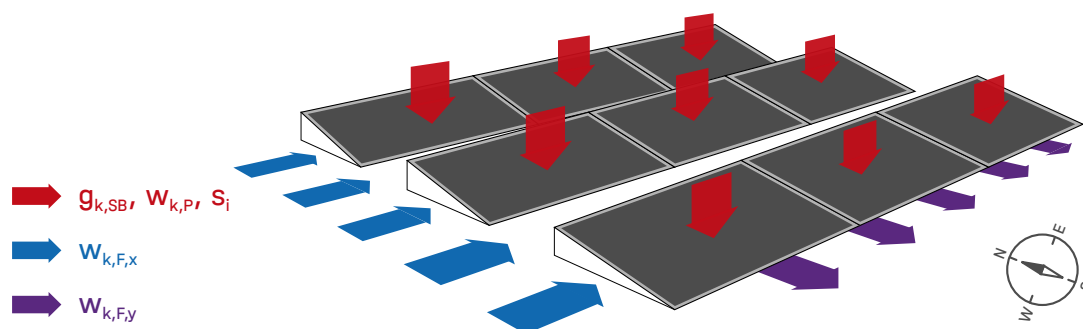
$$W_{k,F,y} = -0,008 \text{ kN/m}^2$$

Zatížení vertikální

$$g_{k,\text{System incl. ballast}} = 0,21 \text{ kN/m}^2$$

$$W_{k,\text{Pressure}} \quad - \text{ podle normy EN 1991-1-4}$$

$$s_i \quad - \text{ podle normy EN 1991-1-3}$$



Poznámka:

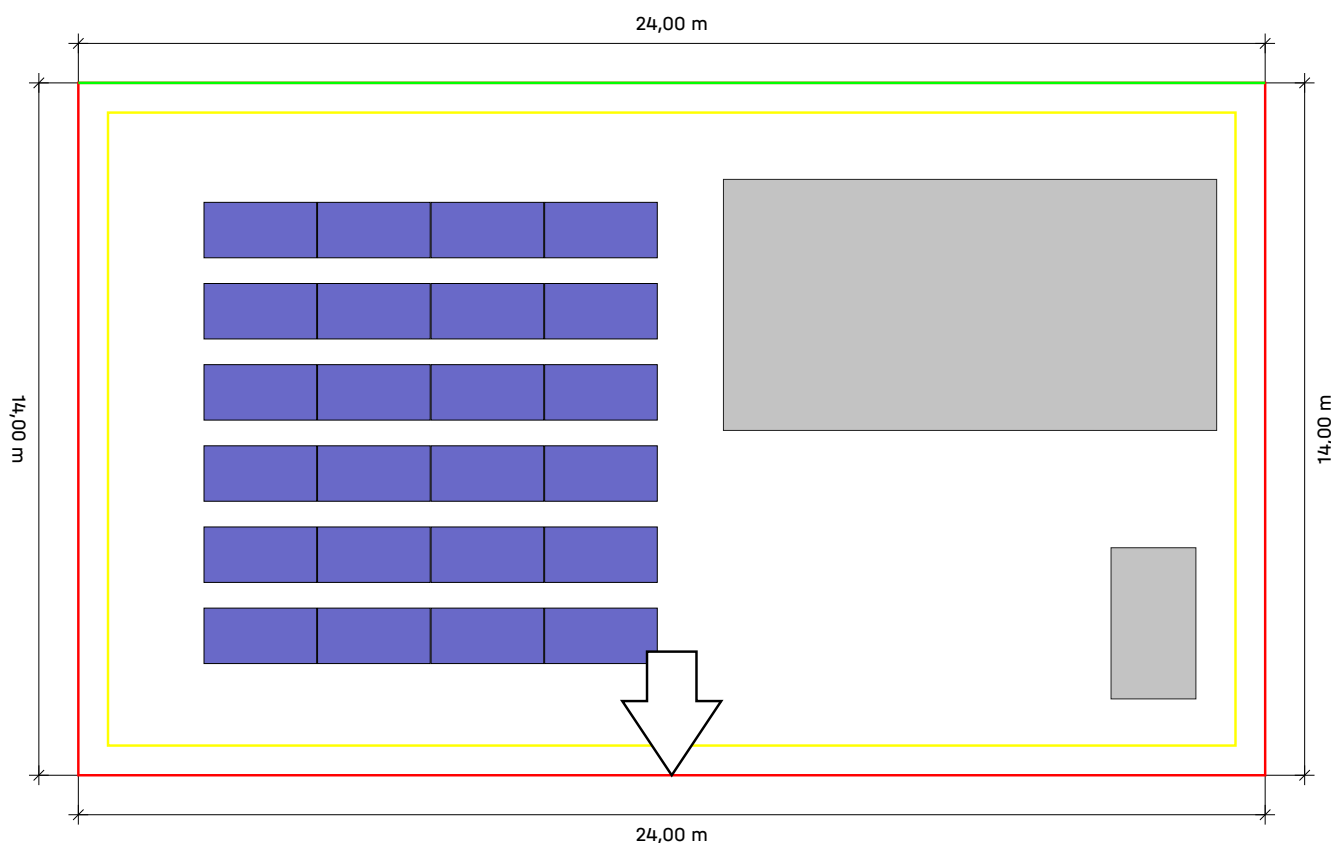
Hodnoty vertikálního zatížení větrem ploché střechy jsou v zásadě určeny svým efektem posunutí a zůstávají proto také při konstrukci plochého fotovoltaického systému nezměněné. Pro výpočet plochých střech se doporučují součinitele tlaků a sil podle normy DIN EN 1991-1-4.



Střechy | Hospodářský pavilon | Seznam položek

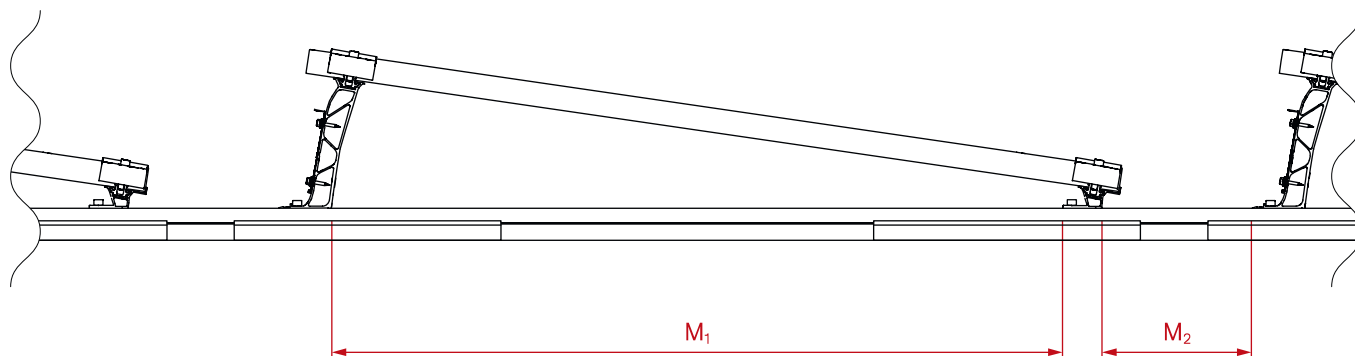
Poloha	Č. výrobku	Výrobek	Počet	Hmotnost
1	2004125	Dome 6.10 Peak	29	8,7 kg
2	1001643	MK2	58	1,0 kg
3	2001729	Socket Head Bolt serrated M8×20	58	0,8 kg
4	2003243	Dome 6.10 SD	29	8,8 kg
5	2003126	Dome Mat S 380	58	21,3 kg
6	2004103	S-Dome 6.10 Windbreaker X-tra long	22	53,4 kg
7	2002937	Thread-forming metal screw 6×25	58	0,4 kg
8	2004279	K2 BasicRail 22; 5.95 m	8	31,4 kg
9	1006039	Dome FlatConnector Set	5	1,0 kg
10	2002870	K2 Solar Cable Manager	22	0,1 kg
11	2004141	Mat-S Tool	1	0,0 kg
12	2002609	DomeClamp Black MC Set 30-50	30	1,7 kg
13	2002610	DomeClamp Black EC Set 30-50	28	1,8 kg
14	2002300	Dome SpeedPorter	68	5,2 kg
Součet				135,6 kg

Střechy | Pavilon "D"



Střecha	Systém	Modul	Výška	Počet	Celkový výkon
Pavilon "D"  Fólie, štěrk,...	S-Dome 6.10 Classic	LR5-72HPH-550M 2 278×1 134×35 mm 550 Wp	3,90 m	24	13.2 kWp

Střechy | Pavilon "D" | Předmontáž / montážní návod



Modulární pole 1

M1 1 005,96 mm

M2 504,63 mm

Střechy | Pavilon "D" | Návrh montáže

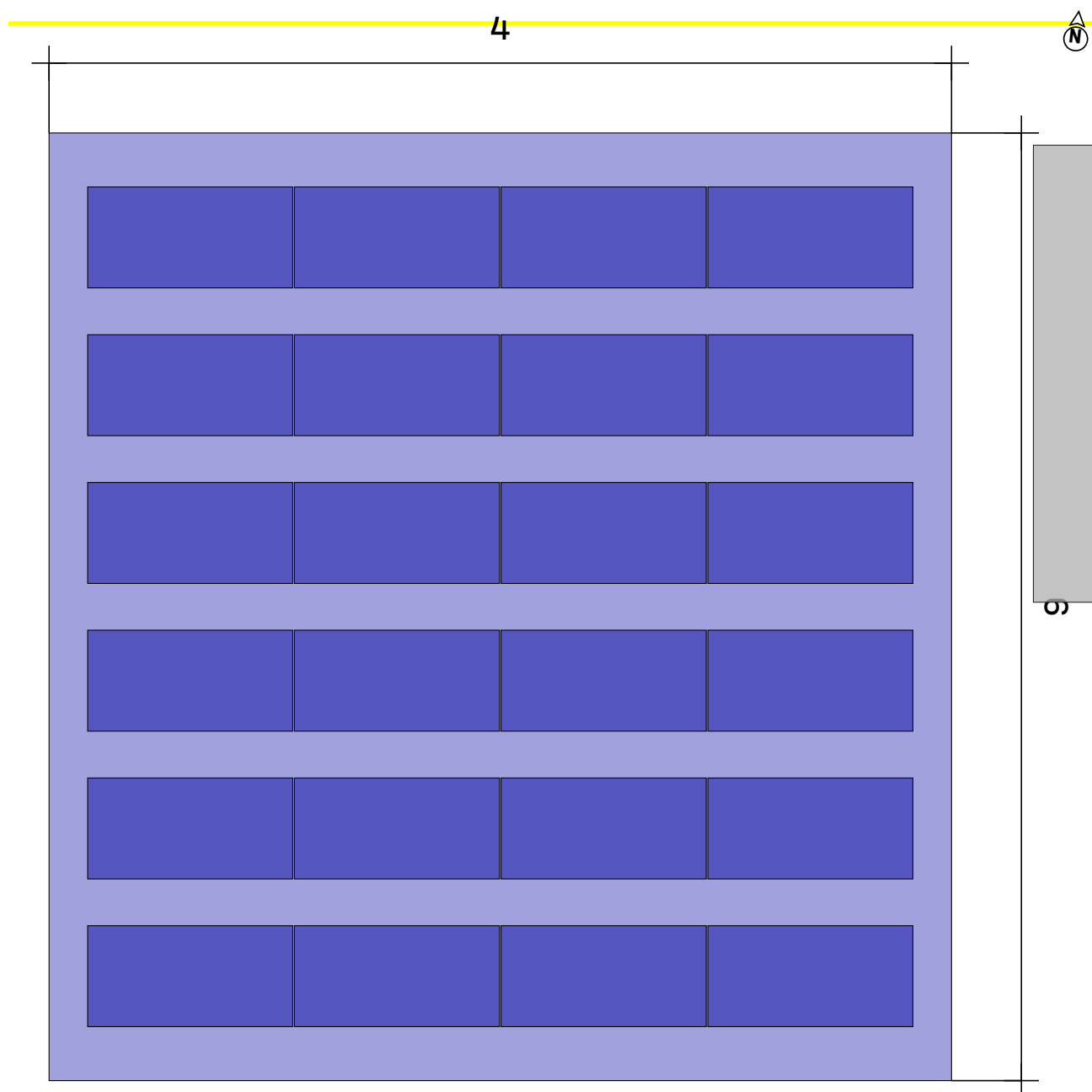
Základní kolejnice

Typ	Celé kolejnice		Řez		
	Celková délka	Počet 5,95 m	Část železnice / zbytek	Délka	Zbytek
5*A	9,385 m	1*5,95 m	5,950	3,435 z 5,950	2,505

1 cm je považován za „ztracený“ pro každý řez

Červená čísla jsou zbytky kolejnic, které již nebudou používány

Střechy | Pávilon "D" | Modulární pole 1



Střecha ② Modulární pole ①

Montážní systém

[S-Dome 6.10 Classic](#)

Modul

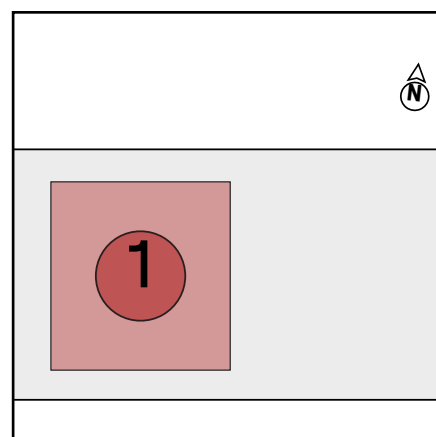
24(13.2 kWp) x
LR5-72HPH-550M

Rozestup řad

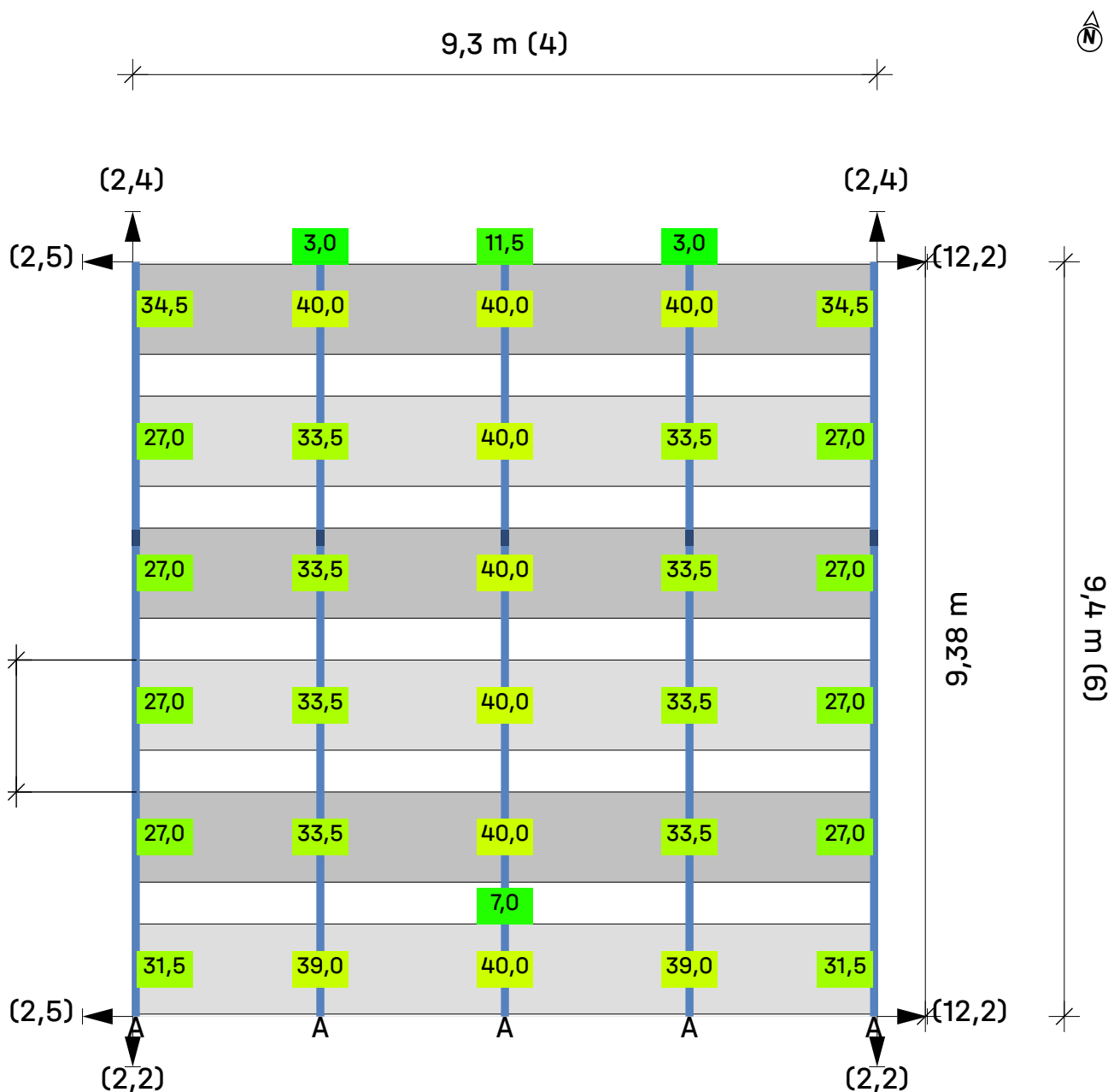
1,64 m

Krok údržby

0,52 m



Střechy | Pavilon "D" | Modulární pole 1 | Modulové bloky

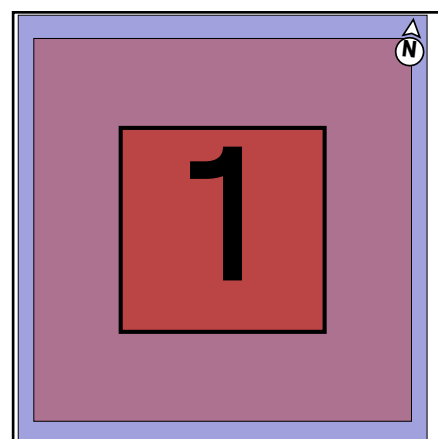


Střecha ② Modulární pole 1 Blok s moduly 1

Moduly 4 × 6 = 24

Legenda

- Montážní lišta
- Rozestup řad [m]
- Vzdálenost od okraje střechy [m]
- 25 Zátěž v kilogramech (kg)
- Porterova zátěž





Výsledky | Pavilon "D"

Střecha	Systém	Modul	Výška	Počet	Celkový výkon
Pavilon "D"  Fólie, štěrk,...	S-Dome 6.10 Classic	LR5-72HPH-550M 2 278×1 134×35 mm 550 Wp	3,90 m	24	13.2 kWp

Modul

Název	LR5-72HPH-550M
Výrobce	Longi Solar
Výkon	550 Wp
Rozměry	2 278×1 134×35 mm
Hmotnost	27,5 kg
Náklon panelu	8,6 °

Modulové svorky

Svorka modulů	DomeClamp Black MC Set 30-50
Koncová svorka	DomeClamp Black EC Set 30-50

Kapacita přítěže

Speed Porter	40,0 kg
Porter	108,0 kg

Vytížení systému

Provedení	Tlak	Sání
Vytížení systému	43,44%	36,09%
Zatížení modulů (Zkouška únosnosti)	1,32 kN/m ²	-0,66 kN/m ²
Zatížení modulů (Zkouška použitelnosti)	0,99 kN/m ²	-0,45 kN/m ²

Konkrétní zatížení

Blok s moduly	Počet modulů	Zátěž [kg]	Vlastní hmotnost [kg]	Oblast modulového bloku [m ²] (vč. obslužný koridor)	Stálé zatížení [kN/m ²]	Vlastní zatížení (plocha střechy) [kN/m ²]
Blok 1	24	1 038,5	1 796,90	86,90	0,20	
Součet	24	1 038,5	1 796,90			0,05

Výsledky | Pavilon "D"

Poznámky

- Důkaz statické rovnováhy a únosnosti systému se provádí kontrolou zatěžovacích stavů při zvedání a posouvání větrem podle expertízy v aerodynamickém tunelu institutu IFI
- Na naší domovské stránce najdete krátkou verzi Windkanalgutachtens a certifikát pro další statické výpočty.
- Konstrukce byla staticky ověřena v souladu s Eurokódem 9: Navrhování hliníkových konstrukcí (prEN 1999-1-1:2021) a nabízí dostatečnou únosnost a stabilitu pro zatížení specifikovaná v kapitole „Maximální zatížení prvků“.
- Korekční faktor pro zatížení větrem s ohledem na dobu životnosti, f_W , je podle DIN EN 1991-1-4/NA, NDP pro 4,2 (2P) poznámka 5, tabulka 3
- Korekční faktor pro zatížení sněhem s ohledem na dobu životnosti, f_S , je podle DIN EN 1991-1-3/příloha D, tabulka 4
- Všechny hodnoty odporu komponent jsou stanoveny z externí statické inženýrské kanceláře.
- Návrhová pravidla odpovídají základům navrhování konstrukcí: ČSN EN 1990: 2021.
- Zatížení sněhem se určuje podle ČSN EN 1991-1-3: 2017.
- Zatížení větrem se určuje podle ČSN EN 1991-1-4: 2013.
- Životnost byla zohledněna podle normy Eurokód EN 1991 – Zatížení konstrukcí, zatížení sněhem a Eurokód EN 1991 – Zatížení konstrukcí, zatížení větrem.
- Třída následků byla zohledněna podle normy EN 1990 Eurokód – Zásady navrhování konstrukcí.
- Osoba odpovědná za provádění prací musí zkontrolovat předpokládané zatížení s podmínkami na místě. Pokud jsou zjištěny odchylky, je třeba neprodleně konzultovat osobu, která vypracovala statický výpočet. Všeobecné podmínky používání (VPP), speciálně § 2 („Technické a odborné podmínky u zákazníka“), § 7 („Omezení záruky“) a § 8 („Omezení ručení“).



Technická zpráva: statika | Pavilon "D"

Všeobecné informace

Název	MS Bohusovice
Montážní systém	S-Dome 6.10 Classic
Zpracovatel	Zdenek Vacha

Informace o poloze

Adresa	Nová 55, 411 56 Bohušovice nad Ohří
Nadmořská výška	150,10 m

Informace o střeše

Výška budovy	3,90 m
Typ střechy	Plochá střecha
Sklon střechy	2°
Metoda upevnění	Zátěž
Krytina	Fólie, štěrk,...
Minimální vzdálenost od okraje	0,60 m
Výška atiky	0,00 m
Materiál	Bitumen
Koeficient tření	0.2

Koeficient tření je nutně na místě ověřit. Pokud bude zjištěna menší hodnota, je nezbytně nutně ji zadat sem pro výpočet zatížení!

Zatížení

"Metoda návrhu"	CZ EN
Třída následků	CC1
Návrhová životnost	50 let
Kategorie terénu	IV - 15% povrchu pokrytu stavbami s výškou nad 15 m

Zatížení větrem

Oblast zatížení větrem	II
Rychlostní tlak, 50 let	$q_{p,50} = 0,459 \text{ kN/m}^2$
Faktor upravující zatížení sněhem podle doby návratu	$f_w = 1,000$
Rychlostní tlak, 25 let	$q_{p,25} = 0,459 \text{ kN/m}^2$



Technická zpráva: statika | Pavilon "D"

Zatížení sněhem

Sněhové oblasti	I
Prostředí	Běžná krajina
Sněhová zábrana mřížová	Ne
Zatížení sněhem na zemi	$s_k = 0,700 \text{ kN/m}^2$
"Tvarový součinitel zatížení sněhem"	$\mu_i = 0,800$
Faktor sklonu střechy	$d_i = 0,999$
Zatížení střechy sněhem, 50 let	$s_{i,50} = 0,560 \text{ kN/m}^2$
Faktor upravující zatížení sněhem podle doby návratu	$f_s = 1,000$
Zatížení střechy sněhem, 25 let	$s_{i,25} = 0,560 \text{ kN/m}^2$

Stálé zatížení

Hmotnost modulu	$G_M = 27,5 \text{ kg}$
Hmotnost montážního systému na modul	$= 4,1 \text{ kg}$
Plocha modulů	$A_M = 2,58 \text{ m}^2$
Mrtvá hmotnost modulu na m^2	$= 10,65 \text{ kg/m}^2$
Mrtvá hmotnost montážního systému na m^2	$= 1,59 \text{ kg/m}^2$
Celkové zatížení (kromě předřadníku) na m^2	$= 0,12 \text{ kN/m}^2$

Kombinace zatížení

Únosnost

Dílčí součinitel pro stálé zatížení - nepříznivé působení (STR)	$V_{G,sup} = 1,35$
Dílčí součinitel pro stálé zatížení - příznivé působení (STR)	$V_{G,inf} = 1,00$
Dílčí součinitel pro stálé zatížení - nestabilní působení (EQU)	$V_{G,dst} = 1,10$
Dílčí součinitel pro stálé zatížení - stabilní působení (EQU)	$V_{G,stb} = 0,90$
Dílčí součinitel- zatížení n proměnných	$V_Q = 1,50$
Kombinační součinitel zatížení pro Zatížení větrem	$\psi_{0,W} = 0,60$
Kombinační součinitel pro vítr (další proměnlivé vlivy)	$\psi_{1,W} = 0,20$
Kombinační součinitel zatížení pro Zatížení sněhem	$\psi_{0,S} = 0,50$
Součinitel pro stálé zatížení tříd spolehlivosti	$K_{FI,G} = 0,90$
Součinitel pro proměnlivý zatížení tříd spolehlivosti	$K_{FI,Q} = 0,85$

Kombinace zatěžovacích stavů 01	$LCC\ 01_{uls} = V_{G,sup} * K_{FI,G} * G_k + V_Q * K_{FI,Q} * S_{i,n}$
Kombinace zatěžovacích stavů 02	$LCC\ 02_{uls} = V_{G,sup} * K_{FI,G} * G_k + V_Q * K_{FI,Q} * W_{k,Pressure}$
Kombinace zatěžovacích stavů 03	$LCC\ 03_{uls} = V_{G,sup} * K_{FI,G} * G_k + V_Q * K_{FI,Q} * (W_{k,Pressure} + \psi_{0,S} * S_{i,n})$
Kombinace zatěžovacích stavů 04	$LCC\ 04_{uls} = V_{G,sup} * K_{FI,G} * G_k + V_Q * K_{FI,Q} * (S_{i,n} + \psi_{0,W} * W_{k,Pressure})$



Technická zpráva: statika | Pavilon "D"

Kombinace zatěžovacích stavů 06

$$LCC\ 06_uls = \gamma_{G,inf} * G_k + \gamma_Q * \kappa_{Fl,Q} * W_{k,Suction}$$

Bezpečnost polohy

Zkouška sání

$$LCC\ up = \gamma_{G,stab} * G_k + \gamma_Q * \kappa_{Fl,Q} * W_{k,n,Uplift}$$

Zkouška posunu

$$LCC\ displ = \gamma_{G,stab} * G_k + \gamma_Q * \kappa_{Fl,Q} * W_{k,n,Displacement}$$

Použitelnost

Kombinační součinitel zatížení pro Zatížení větrem

$$\psi_{0,w} = 0,60$$

Kombinační součinitel zatížení pro Zatížení sněhem

$$\psi_{0,s} = 0,50$$

Kombinace zatěžovacích stavů 01

$$LCC\ 01_sls = G_k + S_{i,n}$$

Kombinace zatěžovacích stavů 02

$$LCC\ 02_sls = G_k + W_{k,Pressure}$$

Kombinace zatěžovacích stavů 03

$$LCC\ 03_sls = G_k + W_{k,Pressure} + \psi_{0,S} * S_{i,n}$$

Kombinace zatěžovacích stavů 04

$$LCC\ 04_sls = G_k + S_{i,n} + \psi_{0,W} * W_{k,Pressure}$$

Kombinace zatěžovacích stavů 06

$$LCC\ 06_sls = G_k + W_{k,Suction}$$

Max. Tlak na izolaci

Všeobecné informace

Stálé zatížení systému

$$g_{System} = 0,12\ kN/m^2$$

Součinitel tlaku a sil

$$c_{p,Pressure} = 0,20$$

Rozložení zátěže pod ochrannou rohoží budovy pod Peak (45°)

Rozměry

$$380,0 \times 75,3 \times 27,6\ mm$$

$$A_{eff} = 28\ 614,00\ mm^2$$

$$A_{load\ range\ area} = 1,29\ m^2$$

Max. zátěž

$$G_{ballast\ required} = 37,9\ kg$$

Rozložení zátěže pod ochrannou rohoží budovy pod SD (45°)

Rozměry

$$380,0 \times 75,3 \times 27,6\ mm$$

$$A_{eff} = 28\ 614,00\ mm^2$$

$$A_{load\ range\ area} = 1,29\ m^2$$

Max. zátěž

$$G_{ballast\ required} = 13,6\ kg$$

Kombinace zatížení

	$\sigma_{Ek,heat\ insulation,S6_10Eco}\ [Pa]$	$\sigma_{Ek,heat\ insulation,SD}\ [Pa]$
Kombinace zatěžovacích stavů 00	18 404	10 076
Kombinace zatěžovacích stavů 01	43 395	35 067



Technická zpráva: statika | Pavilon "D"

Účinky mrtvých zátěží (FV systém + předřadník)

 $\sigma_{Ek, \text{heat insulation, S6_10Eco}}$

$$\sigma_{Ek} = 18\,404 \text{ Pa}$$

 $\sigma_{Ek, \text{heat insulation, SD}}$

$$\sigma_{Ek} = 10\,076 \text{ Pa}$$

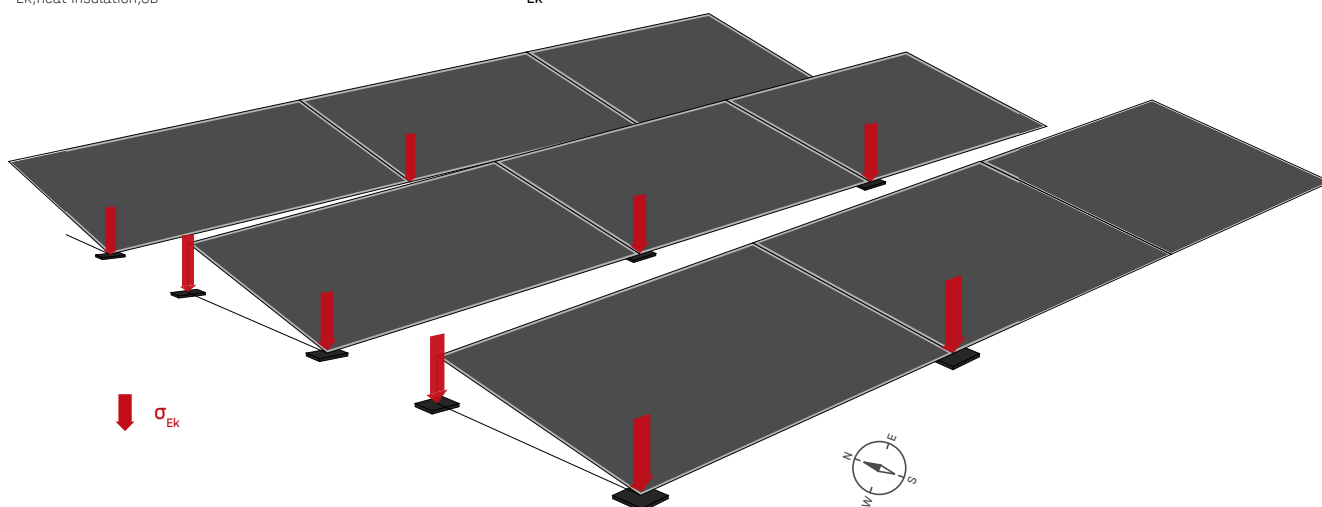
Maximální zatížení (součet vlastních zatížení a zatížení sněhem)

 $\sigma_{Ek, \text{heat insulation, S6_10Eco}}$

$$\max \sigma_{Ek} = 43\,395 \text{ Pa}$$

 $\sigma_{Ek, \text{heat insulation, SD}}$

$$\max \sigma_{Ek} = 35\,067 \text{ Pa}$$



Zatížení H-V

Podle odborného posudku zatížení větrem ústavem I.F.I. Institut für Industrieaerodynamik GmbH

Všeobecné informace

Počet modulů celkem

24

Střešní plochy pokryté moduly

A = ca. 86,90 m²

Stálé zatížení

$g_{k, \text{System incl. ballast}} = 0,20 \text{ kN/m}^2$

Součinitele tlaků a sil

$C_{p, \text{Pressure}}$ = podle normy EN 1991-1-4

$C_{F, x, \text{average}}$ = 0,01

$C_{F, y, \text{averaged}}$ = -0,02

$k_{S, xy}$ = 1,00

k_p = 1,00

= 1,00

Korekce vzdálenosti od okraje

Atika – koeficient korekce

Koeficient výšky budovy

Technická zpráva: statika | Pavilon "D"

Zatížení horizontální

$$W_{k,F,x} = 0,004 \text{ kN/m}^2$$

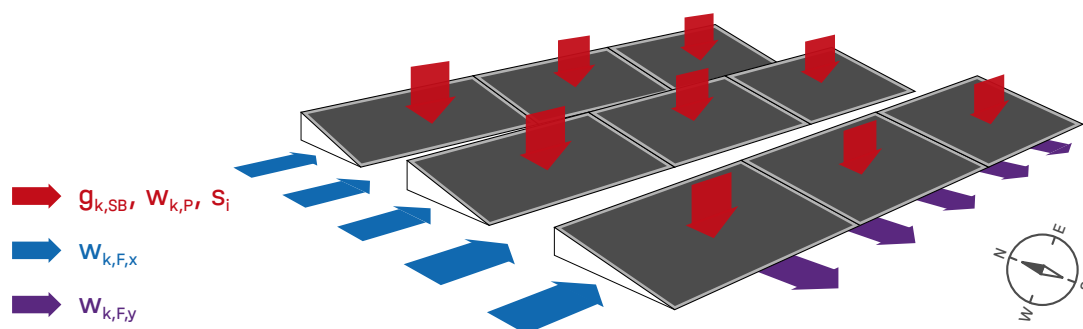
$$W_{k,F,y} = -0,008 \text{ kN/m}^2$$

Zatížení vertikální

$$g_{k,\text{System incl. ballast}} = 0,20 \text{ kN/m}^2$$

$$W_{k,\text{Pressure}} \quad - \text{ podle normy EN 1991-1-4}$$

$$s_i \quad - \text{ podle normy EN 1991-1-3}$$



Poznámka:

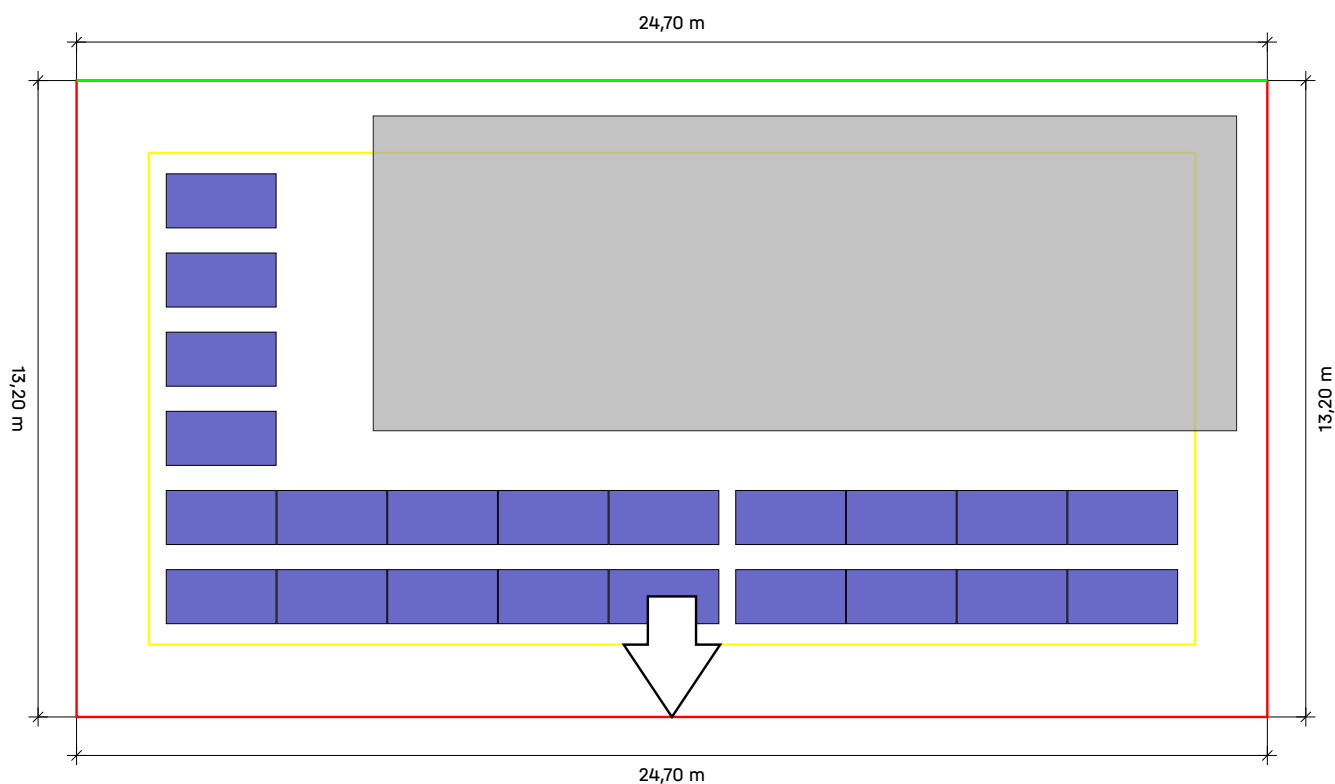
Hodnoty vertikálního zatížení větrem ploché střechy jsou v zásadě určeny svým efektem posunutí a zůstávají proto také při konstrukci plochého fotovoltaického systému nezměněné. Pro výpočet plochých střech se doporučují součinitele tlaků a sil podle normy DIN EN 1991-1-4.



Střechy | Pavilon "D" | Seznam položek

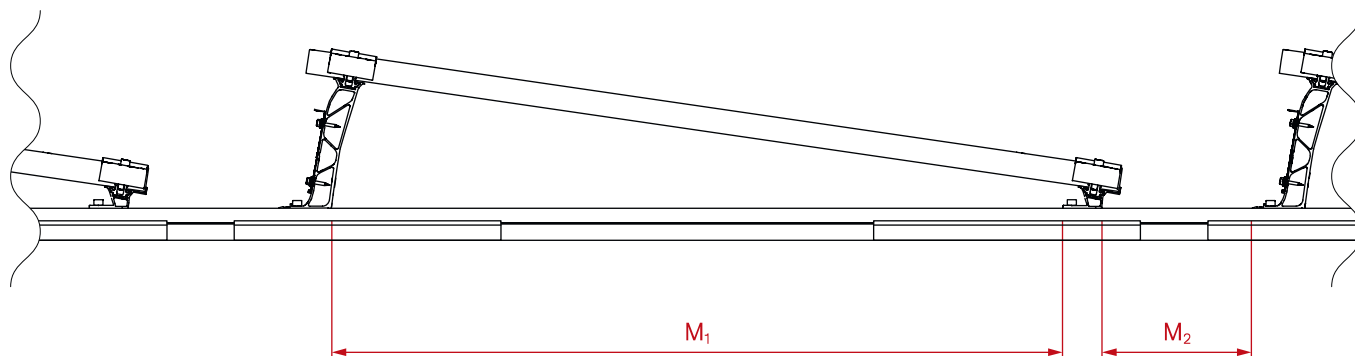
Poloha	Č. výrobku	Výrobek	Počet	Hmotnost
1	2004125	Dome 6.10 Peak	30	9,0 kg
2	1001643	MK2	60	1,1 kg
3	2001729	Socket Head Bolt serrated M8×20	60	0,8 kg
4	2003243	Dome 6.10 SD	30	9,1 kg
5	2003126	Dome Mat S 380	60	22,1 kg
6	2004103	S-Dome 6.10 Windbreaker X-tra long	24	58,3 kg
7	2002937	Thread-forming metal screw 6×25	60	0,4 kg
8	2004279	K2 BasicRail 22; 5.95 m	10	39,2 kg
9	1006039	Dome FlatConnector Set	5	1,0 kg
10	2002870	K2 Solar Cable Manager	24	0,1 kg
11	2004141	Mat-S Tool	1	0,0 kg
12	2002609	DomeClamp Black MC Set 30-50	36	2,1 kg
13	2002610	DomeClamp Black EC Set 30-50	24	1,6 kg
14	2002300	Dome SpeedPorter	68	5,2 kg
Součet				149,8 kg

Střechy | Pavilon "B+C"



Střecha	Systém	Modul	Výška	Počet	Celkový výkon
Pavilon "B+C"  Fólie, štěrk,...	S-Dome 6.10 Classic	LR5-72HPH-550M 2 278×1 134×35 mm 550 Wp	7,50 m	22	12.1 kWp

Střechy | Pavilon "B+C" | Předmontáž / montážní návod



Modulární pole 1

M1 1 005,96 mm

M2 505,43 mm



Střechy | Pavilon "B+C" | Návrh montáže

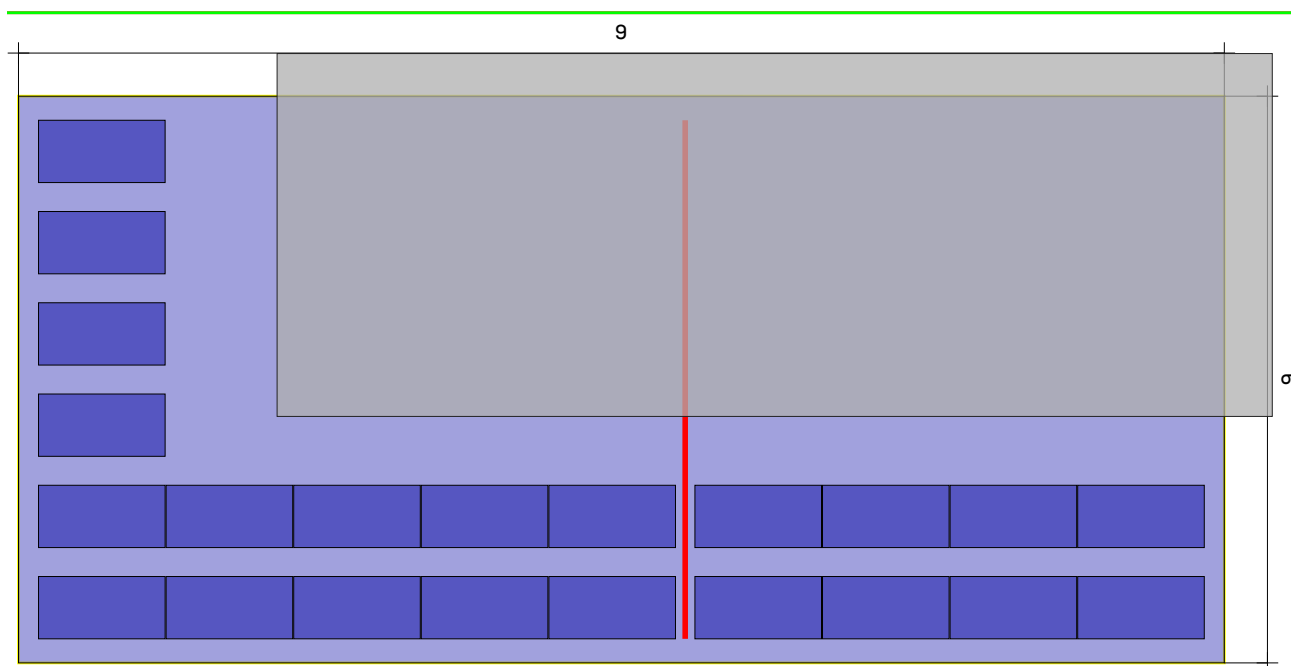
Základní kolejnice

Typ	Celé kolejnice		Řez		
	Celková délka	Počet 5,95 m	Část železnice / zbytek	Délka	Zbytek
2*A	9,390 m	1*5,95 m	5,950	3,440 z 5,950	2,500
5*B	2,822 m		5,950	2,822 z 5,950	<u>3,118</u>
4*C	2,822 m		<u>3,118</u>	2,822 z 3,118	0,286

1 cm je považován za „ztracený“ pro každý řez

Červená čísla jsou zbytky kolejnic, které již nebudou používány

Střechy | Pavilon "B+C" | Modulární pole 1



Střecha ③ Modulární pole ①

Montážní systém

[S-Dome 6.10 Classic](#)

Modul

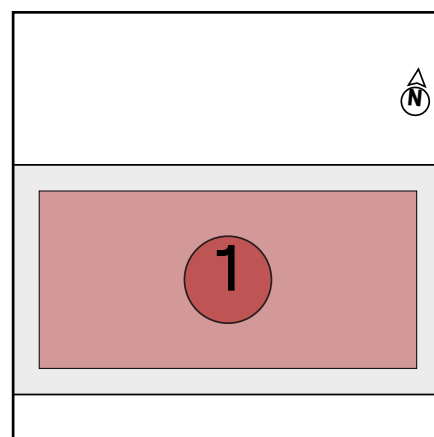
22(12.1 kWp) x
LR5-72HPH-550M

Rozestup řad

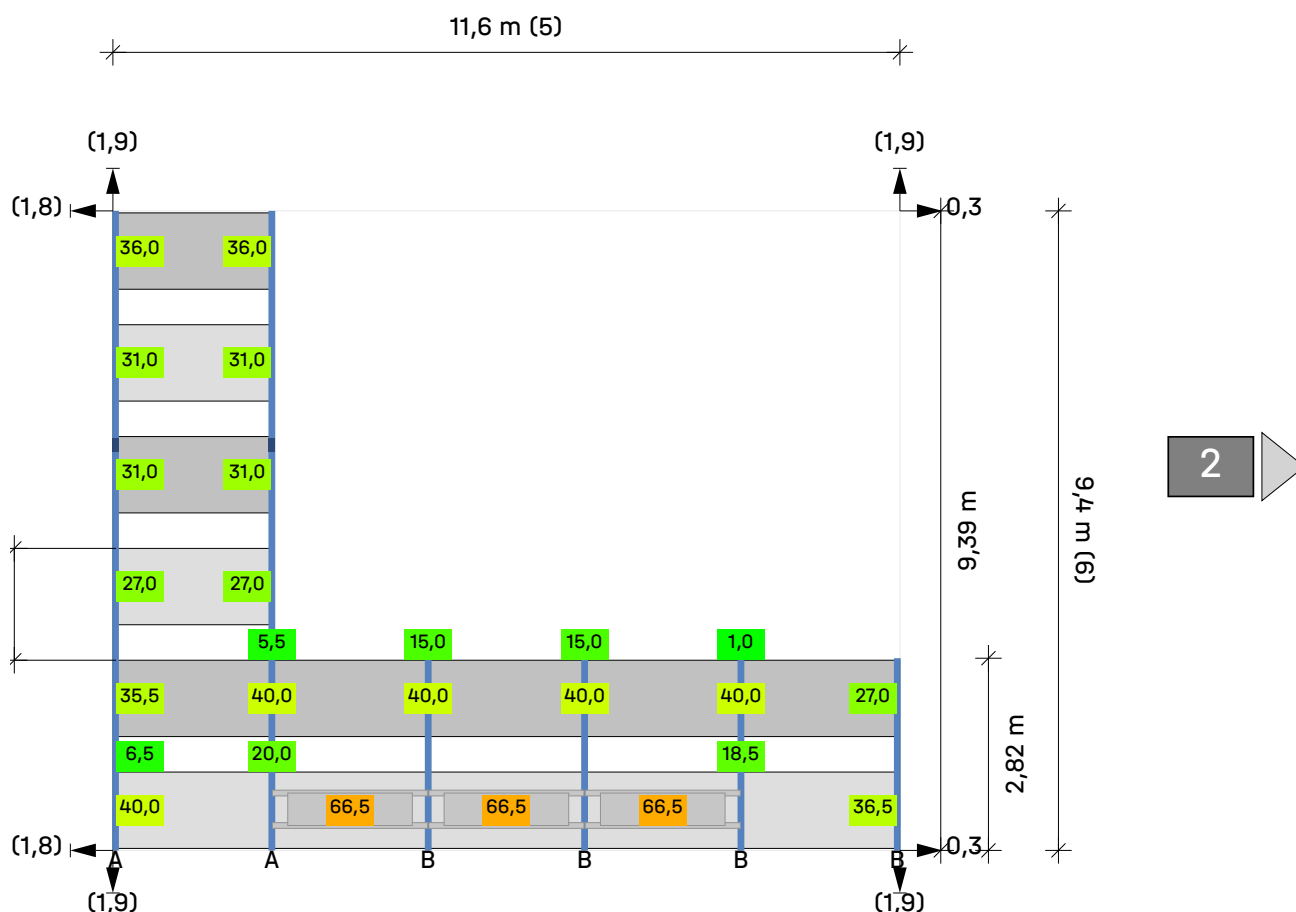
1,64 m

Krok údržby

0,52 m



Střechy | Pavilon "B+C" | Modulární pole 1 | Modulové bloky

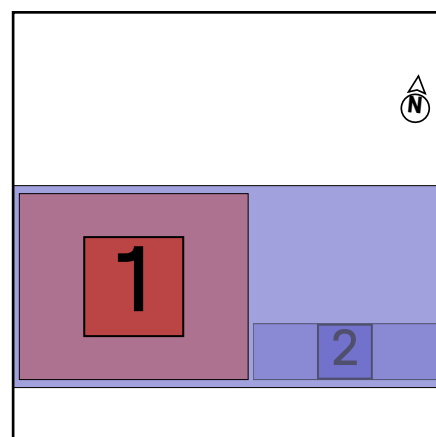


Střecha ③ Modulární pole 1 Blok s moduly 1

Moduly (5 × 6) - 16 = 14

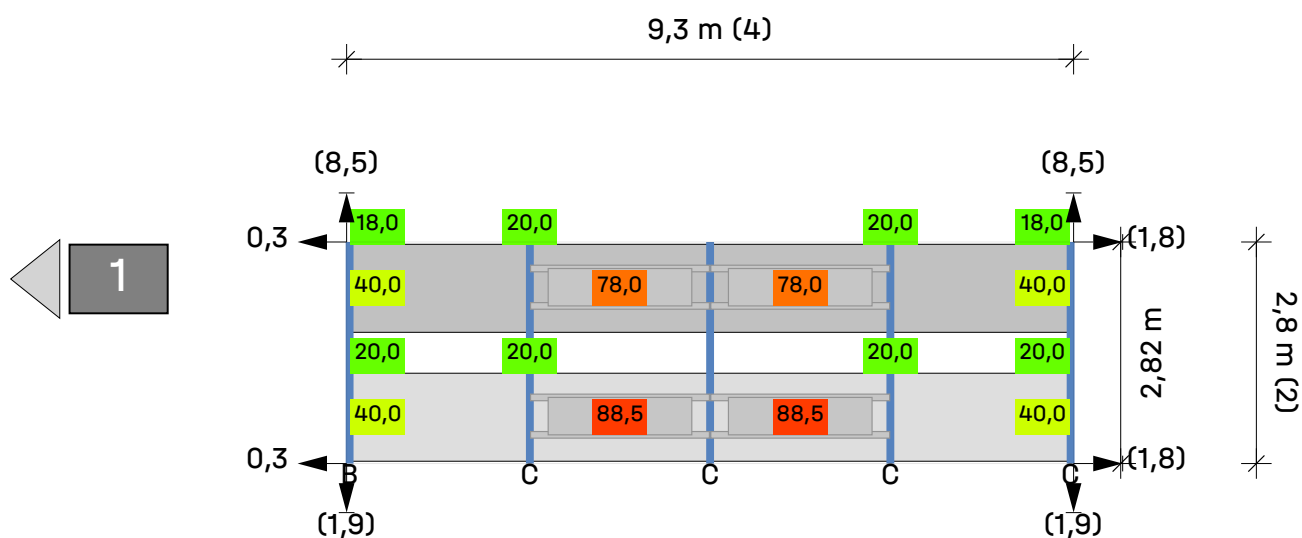
Legenda

- ◀ Indikátor dalšího bloku
- Montážní lišta
- Rozestup řad [m]
- Vzdálenost od okraje střechy [m]
- Dist. na sousední modulový blok/pole [m]
- 25 Zátěž v kilogramech (kg)
- Porterova zátěž





Střechy | Pavilon "B+C" | Modulární pole 1 | Modulové bloky



Střecha

③

Modulární
pole

①

Blok
s moduly

2

Moduly

 $4 \times 2 = 8$

Legenda

Indikátor dalšího bloku

Montážní lišta

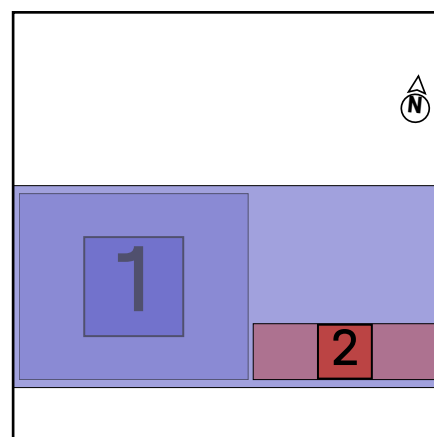
Rozestup řad [m]

Vzdálenost od okraje střechy [m]

Dist. na sousední modulový blok/pole [m]

Zátěž v kilogramech (kg)

Porterova zátěž





Výsledky | Pávilon "B+C"

Střecha	Systém	Modul	Výška	Počet	Celkový výkon
Pávilon "B+C"  Fólie, štěrky,...	S-Dome 6.10 Classic	LR5-72HPH-550M 2 278×1 134×35 mm 550 Wp	7,50 m	22	12.1 kWp

Modul

Název	LR5-72HPH-550M
Výrobce	Longi Solar
Výkon	550 Wp
Rozměry	2 278×1 134×35 mm
Hmotnost	27,5 kg
Náklon panelu	8,6 °

Modulové svorky

Svorka modulů	DomeClamp Black MC Set 30-50
Koncová svorka	DomeClamp Black EC Set 30-50

Kapacita přítěže

Speed Porter	40,0 kg
Porter	108,0 kg

Vytížení systému

Provedení	Tlak	Sání
Vytížení systému	69,14%	36,09%
Zatížení modulů (Zkouška únosnosti)	1,32 kN/m²	-0,66 kN/m²
Zatížení modulů (Zkouška použitelnosti)	0,99 kN/m²	-0,45 kN/m²

Konkrétní zatížení

Blok s moduly	Počet modulů	Zátěž [kg]	Vlastní hmotnost [kg]	Oblast modulového bloku [m²] (vč. obslužný koridor)	Stálé zatížení [kN/m²]	Vlastní zatížení (plocha střechy) [kN/m²]
Blok 1	14	830,0	1 272,40	48,19	0,26	
Blok 2	8	649,0	901,80	26,13	0,34	
Součet	22	1 479,0	2 174,20			0,07

Výsledky | Pavilon "B+C"

Poznámky

- Důkaz statické rovnováhy a únosnosti systému se provádí kontrolou zatěžovacích stavů při zvedání a posouvání větrem podle expertízy v aerodynamickém tunelu institutu IFI
- Na naší domovské stránce najdete krátkou verzi Windkanalgutachtens a certifikát pro další statické výpočty.
- Konstrukce byla staticky ověřena v souladu s Eurokódem 9: Navrhování hliníkových konstrukcí (prEN 1999-1-1:2021) a nabízí dostatečnou únosnost a stabilitu pro zatížení specifikovaná v kapitole „Maximální zatížení prvků“.
- Korekční faktor pro zatížení větrem s ohledem na dobu životnosti, f_W , je podle DIN EN 1991-1-4/NA, NDP pro 4,2 (2P) poznámka 5, tabulka 3
- Korekční faktor pro zatížení sněhem s ohledem na dobu životnosti, f_S , je podle DIN EN 1991-1-3/příloha D, tabulka 4
- Všechny hodnoty odporu komponent jsou stanoveny z externí statické inženýrské kanceláře.
- Návrhová pravidla odpovídají základům navrhování konstrukcí: ČSN EN 1990: 2021.
- Zatížení sněhem se určuje podle ČSN EN 1991-1-3: 2017.
- Zatížení větrem se určuje podle ČSN EN 1991-1-4: 2013.
- Životnost byla zohledněna podle normy Eurokód EN 1991 – Zatížení konstrukcí, zatížení sněhem a Eurokód EN 1991 – Zatížení konstrukcí, zatížení větrem.
- Třída následků byla zohledněna podle normy EN 1990 Eurokód – Zásady navrhování konstrukcí.
- Osoba odpovědná za provádění prací musí zkontrolovat předpokládané zatížení s podmínkami na místě. Pokud jsou zjištěny odchylky, je třeba neprodleně konzultovat osobu, která vypracovala statický výpočet. Všeobecné podmínky používání (VPP), speciálně § 2 („Technické a odborné podmínky u zákazníka“), § 7 („Omezení záruky“) a § 8 („Omezení ručení“).



Technická zpráva: statika | Pavilon "B+C"

Všeobecné informace

Název	MS Bohusovice
Montážní systém	S-Dome 6.10 Classic
Zpracovatel	Zdenek Vacha

Informace o poloze

Adresa	Nová 55, 411 56 Bohušovice nad Ohří
Nadmořská výška	150,10 m

Informace o střeše

Výška budovy	7,50 m
Typ střechy	Plochá střecha
Sklon střechy	2°
Metoda upevnění	Zátěž
Krytina	Fólie, štěrk,...
Minimální vzdálenost od okraje	1,50 m
Výška atiky	0,00 m
Materiál	Bitumen
Koeficient tření	0.2

Koeficient tření je nutně na místě ověřit. Pokud bude zjištěna menší hodnota, je nezbytně nutně ji zadat sem pro výpočet zatížení!

Zatížení

"Metoda návrhu"	CZ EN
Třída následků	CC1
Návrhová životnost	50 let
Kategorie terénu	IV - 15% povrchu pokrytu stavbami s výškou nad 15 m

Zatížení větrem

Oblast zatížení větrem	II
Rychlostní tlak, 50 let	$q_{p,50} = 0,459 \text{ kN/m}^2$
Faktor upravující zatížení sněhem podle doby návratu	$f_w = 1,000$
Rychlostní tlak, 25 let	$q_{p,25} = 0,459 \text{ kN/m}^2$



Technická zpráva: statika | Pavilon "B+C"

Zatížení sněhem

Sněhové oblasti	I
Prostředí	Běžná krajina
Sněhová zábrana mřížová	Ne
Zatížení sněhem na zemi	$s_k = 0,700 \text{ kN/m}^2$
"Tvarový součinitel zatížení sněhem"	$\mu_i = 0,800$
Faktor sklonu střechy	$d_i = 0,999$
Zatížení střechy sněhem, 50 let	$s_{i,50} = 0,560 \text{ kN/m}^2$
Faktor upravující zatížení sněhem podle doby návratu	$f_s = 1,000$
Zatížení střechy sněhem, 25 let	$s_{i,25} = 0,560 \text{ kN/m}^2$

Stálé zatížení

Hmotnost modulu	$G_M = 27,5 \text{ kg}$
Hmotnost montážního systému na modul	$= 4,1 \text{ kg}$
Plocha modulů	$A_M = 2,58 \text{ m}^2$
Mrtvá hmotnost modulu na m^2	$= 10,65 \text{ kg/m}^2$
Mrtvá hmotnost montážního systému na m^2	$= 1,59 \text{ kg/m}^2$
Celkové zatížení (kromě předřadníku) na m^2	$= 0,12 \text{ kN/m}^2$

Kombinace zatížení

Únosnost

Dílčí součinitel pro stálé zatížení - nepříznivé působení (STR)	$V_{G,sup} = 1,35$
Dílčí součinitel pro stálé zatížení - příznivé působení (STR)	$V_{G,inf} = 1,00$
Dílčí součinitel pro stálé zatížení - nestabilní působení (EQU)	$V_{G,dst} = 1,10$
Dílčí součinitel pro stálé zatížení - stabilní působení (EQU)	$V_{G,stb} = 0,90$
Dílčí součinitel- zatížení n proměnných	$V_Q = 1,50$
Kombinační součinitel zatížení pro Zatížení větrem	$\psi_{0,W} = 0,60$
Kombinační součinitel pro vítr (další proměnlivé vlivy)	$\psi_{1,W} = 0,20$
Kombinační součinitel zatížení pro Zatížení sněhem	$\psi_{0,S} = 0,50$
Součinitel pro stálé zatížení tříd spolehlivosti	$K_{FI,G} = 0,90$
Součinitel pro proměnlivý zatížení tříd spolehlivosti	$K_{FI,Q} = 0,85$

Kombinace zatěžovacích stavů 01	$LCC\ 01_{uls} = V_{G,sup} * K_{FI,G} * G_k + V_Q * K_{FI,Q} * S_{i,n}$
Kombinace zatěžovacích stavů 02	$LCC\ 02_{uls} = V_{G,sup} * K_{FI,G} * G_k + V_Q * K_{FI,Q} * W_{k,Pressure}$
Kombinace zatěžovacích stavů 03	$LCC\ 03_{uls} = V_{G,sup} * K_{FI,G} * G_k + V_Q * K_{FI,Q} * (W_{k,Pressure} + \psi_{0,S} * S_{i,n})$
Kombinace zatěžovacích stavů 04	$LCC\ 04_{uls} = V_{G,sup} * K_{FI,G} * G_k + V_Q * K_{FI,Q} * (S_{i,n} + \psi_{0,W} * W_{k,Pressure})$



Technická zpráva: statika | Pavilon "B+C"

Kombinace zatěžovacích stavů 06

$$LCC\ 06_uls = \gamma_{G,inf} * G_k + \gamma_Q * K_{Fl,Q} * W_{k,Suction}$$

Bezpečnost polohy

Zkouška sání

$$LCC\ up = \gamma_{G,stab} * G_k + \gamma_Q * K_{Fl,Q} * W_{k,n,Uplift}$$

Zkouška posunu

$$LCC\ displ = \gamma_{G,stab} * G_k + \gamma_Q * K_{Fl,Q} * W_{k,n,Displacement}$$

Použitelnost

Kombinační součinitel zatížení pro Zatížení větrem

$$\psi_{0,w} = 0,60$$

Kombinační součinitel zatížení pro Zatížení sněhem

$$\psi_{0,s} = 0,50$$

Kombinace zatěžovacích stavů 01

$$LCC\ 01_sls = G_k + S_{i,n}$$

Kombinace zatěžovacích stavů 02

$$LCC\ 02_sls = G_k + W_{k,Pressure}$$

Kombinace zatěžovacích stavů 03

$$LCC\ 03_sls = G_k + W_{k,Pressure} + \psi_{0,S} * S_{i,n}$$

Kombinace zatěžovacích stavů 04

$$LCC\ 04_sls = G_k + S_{i,n} + \psi_{0,W} * W_{k,Pressure}$$

Kombinace zatěžovacích stavů 06

$$LCC\ 06_sls = G_k + W_{k,Suction}$$

Max. Tlak na izolaci

Všeobecné informace

Stálé zatížení systému

$$g_{System} = 0,12\ kN/m^2$$

Součinitel tlaku a sil

$$C_{p,Pressure} = 0,20$$

Rozložení zátěže pod ochrannou rohoží budovy pod Peak (45°)

Rozměry

$$380,0 \times 75,3 \times 27,6\ mm$$

$$A_{eff} = 28\ 614,00\ mm^2$$

$$A_{load\ range\ area} = 1,29\ m^2$$

Max. zátěž

$$G_{ballast\ required} = 58,4\ kg$$

Rozložení zátěže pod ochrannou rohoží budovy pod SD (45°)

Rozměry

$$380,0 \times 75,3 \times 27,6\ mm$$

$$A_{eff} = 28\ 614,00\ mm^2$$

$$A_{load\ range\ area} = 1,29\ m^2$$

Max. zátěž

$$G_{ballast\ required} = 30,1\ kg$$

Kombinace zatížení

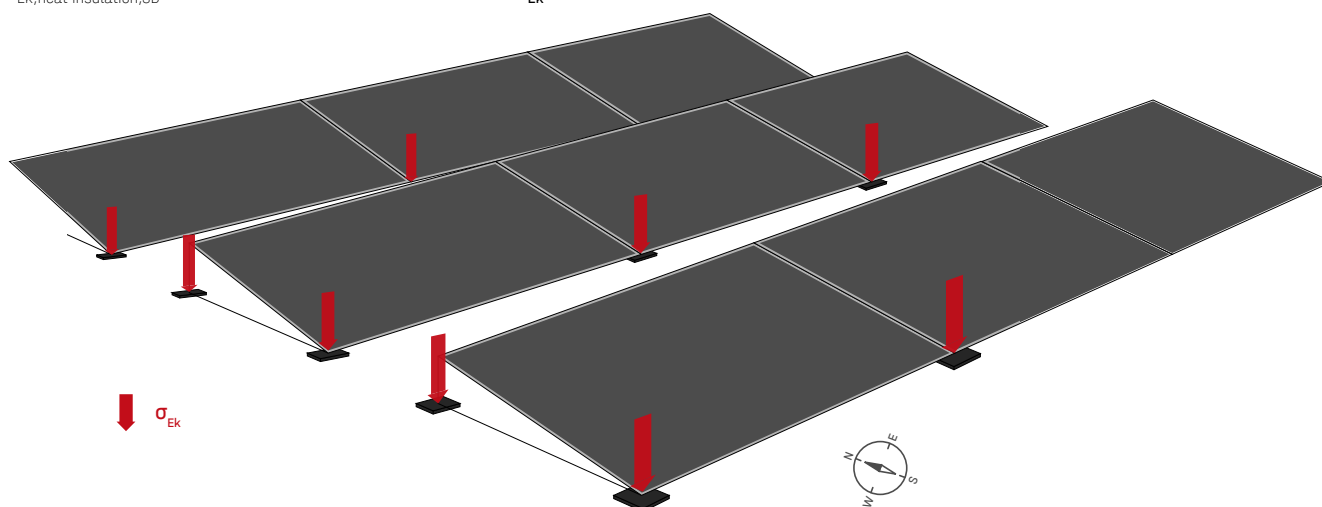
	$\sigma_{Ek,heat\ insulation,S6_10Eco}\ [Pa]$	$\sigma_{Ek,heat\ insulation,SD}\ [Pa]$
Kombinace zatěžovacích stavů 00	25 433	15 728
Kombinace zatěžovacích stavů 01	50 424	40 718

Technická zpráva: statika | Pavilon "B+C"

Účinky mrtvých zátěží (FV systém + předřadník)

 $\sigma_{Ek, \text{heat insulation, S6_10Eco}}$
 $\sigma_{Ek} = 25\,433 \text{ Pa}$
 $\sigma_{Ek, \text{heat insulation, SD}}$
 $\sigma_{Ek} = 15\,728 \text{ Pa}$

Maximální zatížení (součet vlastních zatížení a zatížení sněhem)

 $\sigma_{Ek, \text{heat insulation, S6_10Eco}}$
 $\max \sigma_{Ek} = 50\,424 \text{ Pa}$
 $\sigma_{Ek, \text{heat insulation, SD}}$
 $\max \sigma_{Ek} = 40\,718 \text{ Pa}$


Zatížení H-V

Podle odborného posudku zatížení větrem ústavem I.F.I. Institut für Industrieaerodynamik GmbH

Všeobecné informace

Počet modulů celkem

22

Střešní plochy pokryté moduly

A = ca. 74,32 m²

Stálé zatížení

$g_{k, \text{System incl. ballast}} = 0,29 \text{ kN/m}^2$

Součinitele tlaků a sil

$C_{p, \text{Pressure}}$ = podle normy EN 1991-1-4

$C_{F, x, \text{average}}$ = 0,01

$C_{F, y, \text{averaged}}$ = -0,03

$k_{s, xy}$ = 1,00

k_p = 1,00

= 1,00

Korekce vzdálenosti od okraje

Atika – koeficient korekce

Koeficient výšky budovy

Technická zpráva: statika | Pavilon "B+C"

Zatížení horizontální

$$W_{k,F,x} = 0,004 \text{ kN/m}^2$$

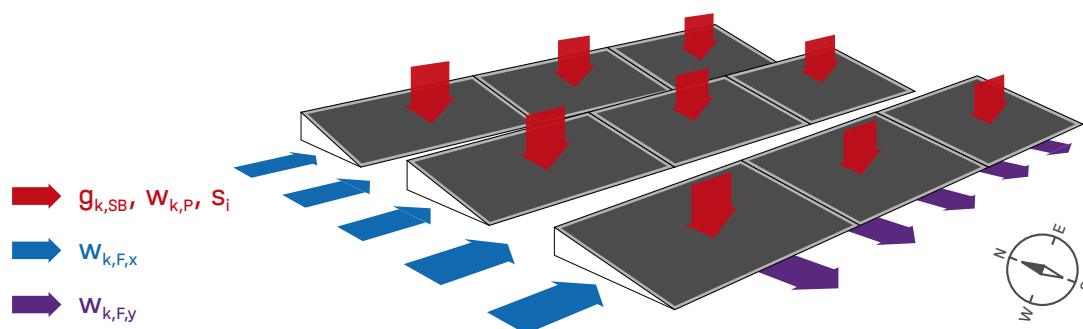
$$W_{k,F,y} = -0,011 \text{ kN/m}^2$$

Zatížení vertikální

$$g_{k,\text{System incl. ballast}} = 0,29 \text{ kN/m}^2$$

$$W_{k,\text{Pressure}} \quad - \text{ podle normy EN 1991-1-4}$$

$$s_i \quad - \text{ podle normy EN 1991-1-3}$$



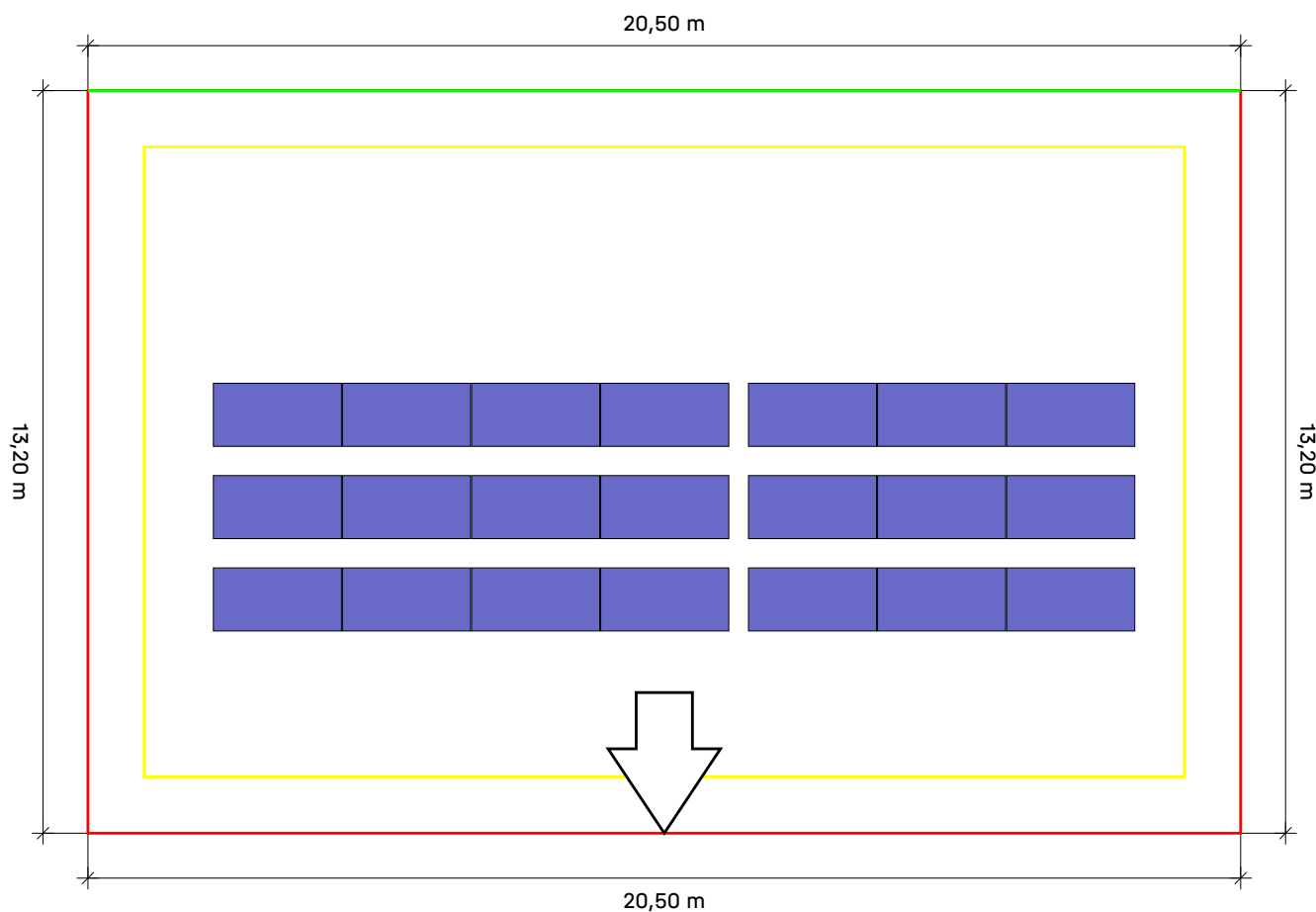
Poznámka:

Hodnoty vertikálního zatížení větrem ploché střechy jsou v zásadě určeny svým efektem posunutí a zůstávají proto také při konstrukci plochého fotovoltaického systému nezměněné. Pro výpočet plochých střech se doporučují součinitele tlaků a sil podle normy DIN EN 1991-1-4.

Střechy | Pavilon "B+C" | Seznam položek

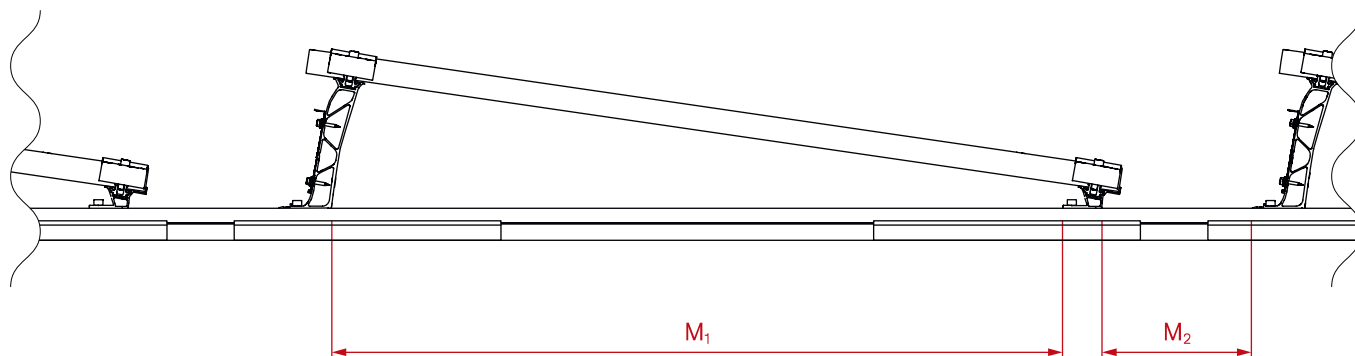
Poloha	Č. výrobku	Výrobek	Počet	Hmotnost
1	2004125	Dome 6.10 Peak	30	9,0 kg
2	1001643	MK2	88	1,5 kg
3	2001729	Socket Head Bolt serrated M8×20	88	1,1 kg
4	2003243	Dome 6.10 SD	30	9,1 kg
5	2003126	Dome Mat S 380	60	22,1 kg
6	2004103	S-Dome 6.10 Windbreaker X-tra long	22	53,4 kg
7	2002937	Thread-forming metal screw 6×25	60	0,4 kg
8	2004279	K2 BasicRail 22; 5.95 m	9	35,3 kg
9	1006039	Dome FlatConnector Set	2	0,4 kg
10	2002870	K2 Solar Cable Manager	22	0,1 kg
11	2004141	Mat-S Tool	1	0,0 kg
12	2002609	DomeClamp Black MC Set 30-50	28	1,6 kg
13	2002610	DomeClamp Black EC Set 30-50	32	2,1 kg
14	2004098	Dome Porter X-tra long	14	35,3 kg
15	2002300	Dome SpeedPorter	70	5,3 kg
Součet				176,8 kg

Střechy | Pávilon "A"



Střecha	Systém	Modul	Výška	Počet	Celkový výkon
Pavilon "A"  Fólie, štěrk,...	S-Dome 6.10 Classic	LR5-72HPH-550M 2 278×1 134×35 mm 550 Wp	3,90 m	21	11.55 kWp

Střechy | Pavilon "A" | Předmontáž / montážní návod



Modulární pole 1

M1 1 005,96 mm

M2 505,17 mm



Střechy | Pavilon "A" | Návrh montáže

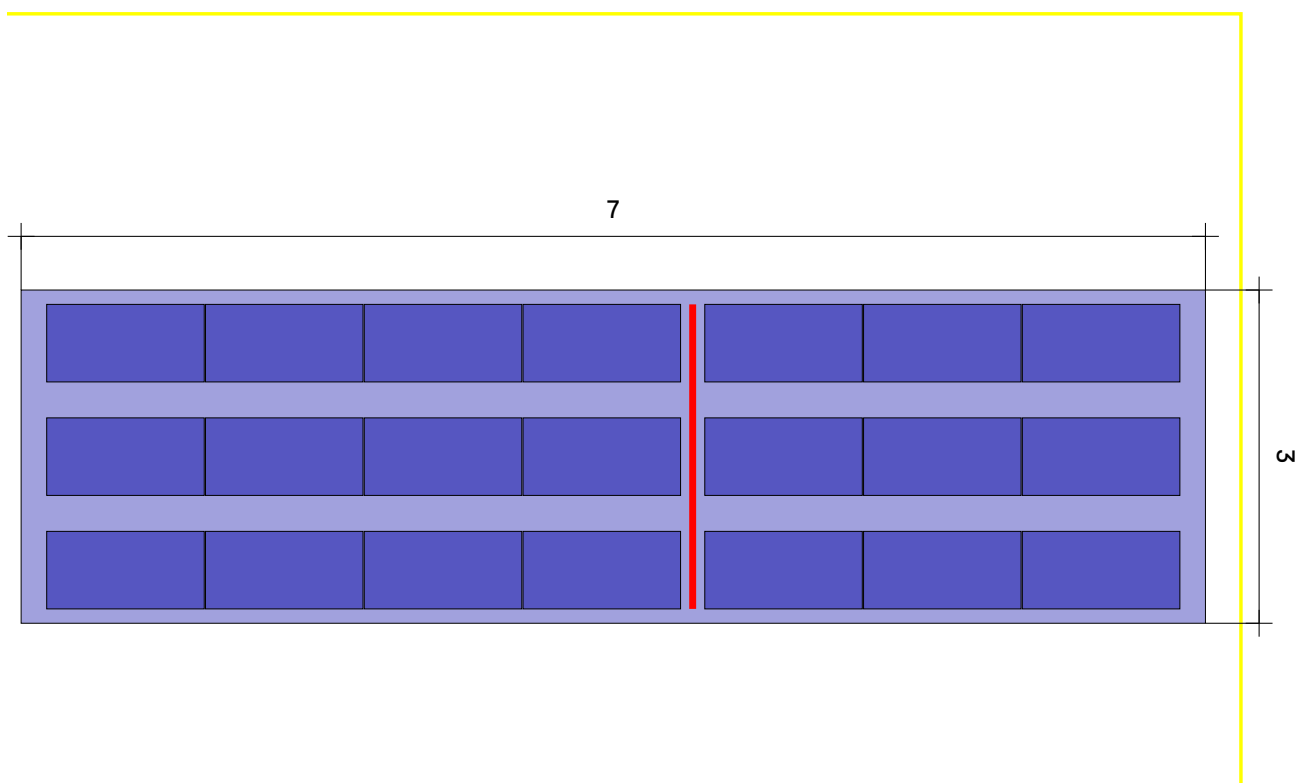
Základní kolejnice

Typ	Celé kolejnice		Řez		
	Celková délka	Počet 5,95 m	Část železnice / zbytek	Délka	Zbytek
9*A	4,462 m		5,950	4,462 z 5,950	1,478

1 cm je považován za „ztracený“ pro každý řez

Červená čísla jsou zbytky kolejnic, které již nebudou používány

Střechy | Pávilon "A" | Modulární pole 1



Střecha ④ Modulární pole ①

Montážní systém

[S-Dome 6.10 Classic](#)

Modul

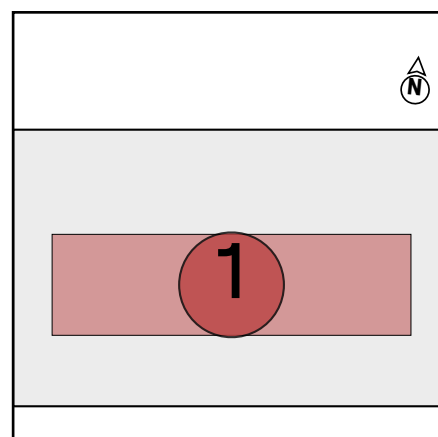
21(11.55 kWp) x
LR5-72HPH-550M

Rozestup řad

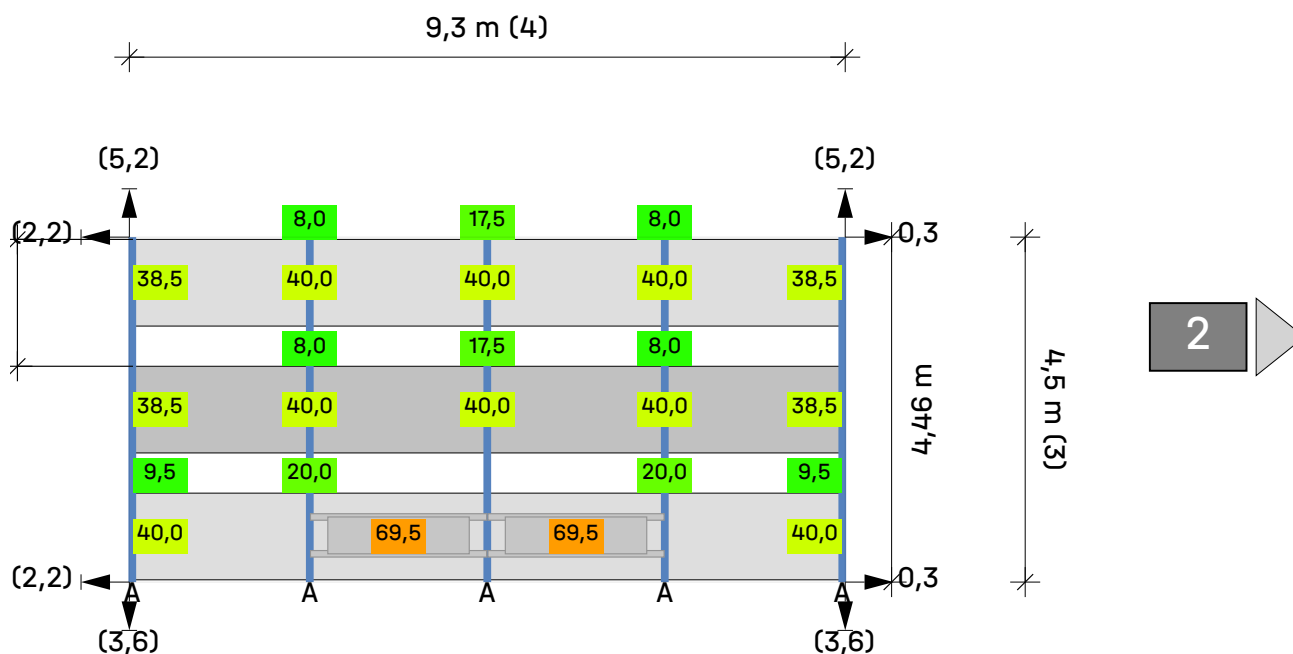
1,64 m

Krok údržby

0,52 m



Střechy | Pavilon "A" | Modulární pole 1 | Modulové bloky



Střecha

④

Modulární
pole

①

Blok
s moduly

1

Moduly

$4 \times 3 = 12$

Legenda

◀ Indikátor dalšího bloku

— Montážní lišta

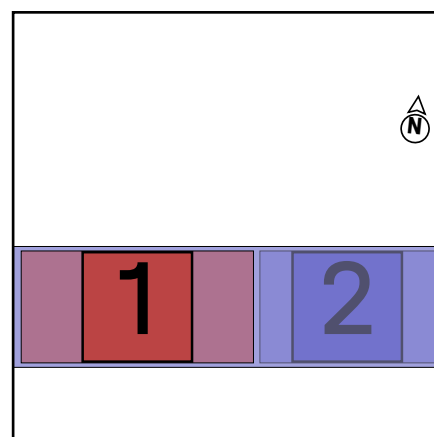
□ Rozestup řad [m]

→ Vzdálenost od okraje střechy [m]

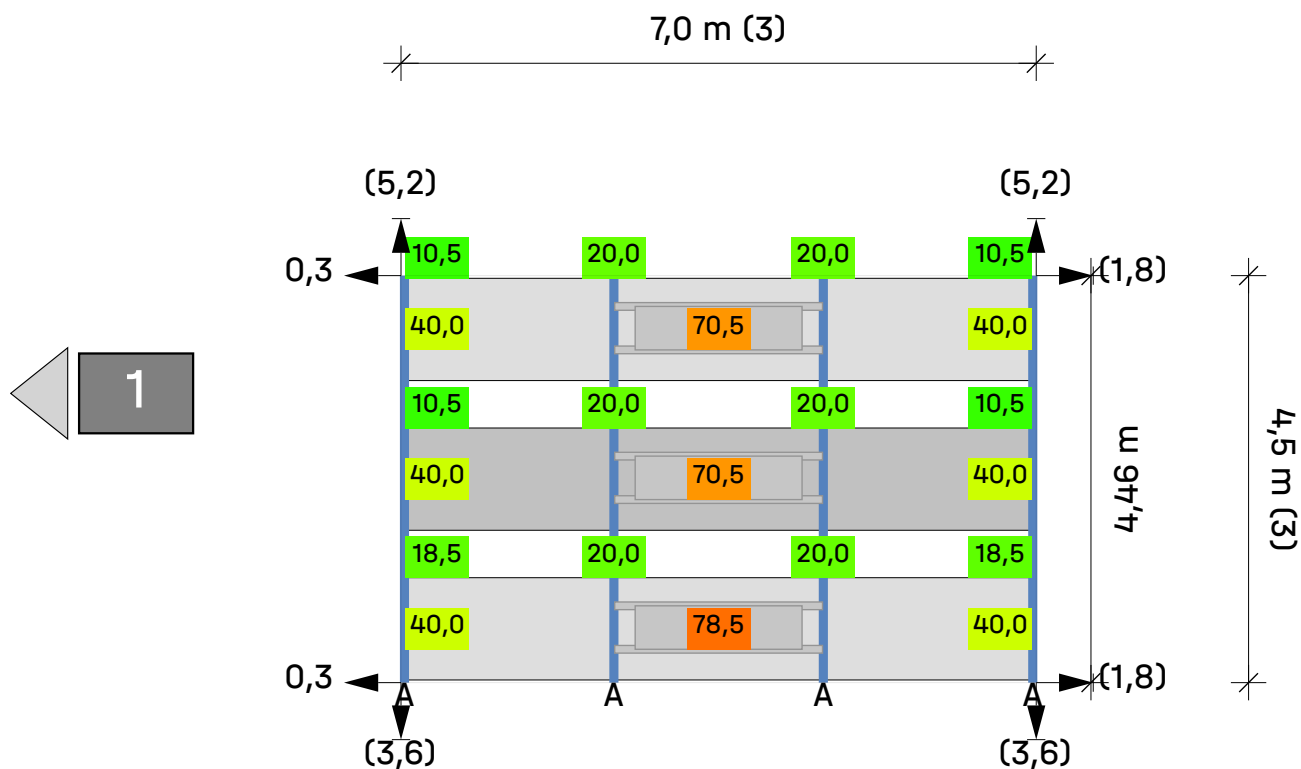
→ Dist. na sousední modulový blok/pole [m]

25 Zátěž v kilogramech (kg)

Porterova zátěž



Střechy | Pavilon "A" | Modulární pole 1 | Modulové bloky



Střecha **4** Modulární pole **1** Blok s moduly **2**

Moduly

$3 \times 3 = 9$

Legenda

Indikátor dalšího bloku

Montážní lišta

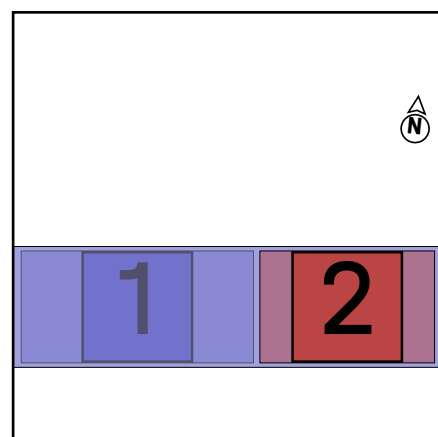
Rozestup řad [m]

Vzdálenost od okraje střechy [m]

Dist. na sousední modulový blok/pole [m]

Zátěž v kilogramech (kg)

Porterova zátěž





Výsledky | Pavilon "A"

Střecha	Systém	Modul	Výška	Počet	Celkový výkon
Pavilon "A"  Fólie, štěrk,...	S-Dome 6.10 Classic	LR5-72HPH-550M 2 278×1 134×35 mm 550 Wp	3,90 m	21	11.55 kWp

Modul

Název	LR5-72HPH-550M
Výrobce	Longi Solar
Výkon	550 Wp
Rozměry	2 278×1 134×35 mm
Hmotnost	27,5 kg
Náklon panelu	8,6 °

Modulové svorky

Svorka modulů	DomeClamp Black MC Set 30-50
Koncová svorka	DomeClamp Black EC Set 30-50

Kapacita přítěže

Speed Porter	40,0 kg
Porter	108,0 kg

Vytížení systému

Provedení	Tlak	Sání
Vytížení systému	54,30%	36,09%
Zatížení modulů (Zkouška únosnosti)	1,32 kN/m ²	-0,66 kN/m ²
Zatížení modulů (Zkouška použitelnosti)	0,99 kN/m ²	-0,45 kN/m ²

Konkrétní zatížení

Blok s moduly	Počet modulů	Zátěž [kg]	Vlastní hmotnost [kg]	Oblast modulového bloku [m ²] (vč. obslužný koridor)	Stálé zatížení [kN/m ²]	Vlastní zatížení (plocha střechy) [kN/m ²]
Blok 1	12	739,0	1 118,20	41,32	0,27	
Blok 2	9	658,5	942,90	31,07	0,30	
Součet	21	1 397,5	2 061,10			0,07

Výsledky | Pávilon "A"

Poznámky

- Důkaz statické rovnováhy a únosnosti systému se provádí kontrolou zatěžovacích stavů při zvedání a posouvání větrem podle expertízy v aerodynamickém tunelu institutu IFI
- Na naší domovské stránce najdete krátkou verzi Windkanalgutachten a certifikát pro další statické výpočty.
- Konstrukce byla staticky ověřena v souladu s Eurokódem 9: Navrhování hliníkových konstrukcí (prEN 1999-1-1:2021) a nabízí dostatečnou únosnost a stabilitu pro zatížení specifikovaná v kapitole „Maximální zatížení prvků“.
- Korekční faktor pro zatížení větrem s ohledem na dobu životnosti, f_W , je podle DIN EN 1991-1-4/NA, NDP pro 4,2 (2P) poznámka 5, tabulka 3
- Korekční faktor pro zatížení sněhem s ohledem na dobu životnosti, f_S , je podle DIN EN 1991-1-3/příloha D, tabulka 4
- Všechny hodnoty odporu komponent jsou stanoveny z externí statické inženýrské kanceláře.
- Návrhová pravidla odpovídají základům navrhování konstrukcí: ČSN EN 1990: 2021.
- Zatížení sněhem se určuje podle ČSN EN 1991-1-3: 2017.
- Zatížení větrem se určuje podle ČSN EN 1991-1-4: 2013.
- Životnost byla zohledněna podle normy Eurokód EN 1991 – Zatížení konstrukcí, zatížení sněhem a Eurokód EN 1991 – Zatížení konstrukcí, zatížení větrem.
- Třída následků byla zohledněna podle normy EN 1990 Eurokód – Zásady navrhování konstrukcí.
- Osoba odpovědná za provádění prací musí zkontrolovat předpokládané zatížení s podmínkami na místě. Pokud jsou zjištěny odchylky, je třeba neprodleně konzultovat osobu, která vypracovala statický výpočet. Všeobecné podmínky používání (VPP), speciálně § 2 („Technické a odborné podmínky u zákazníka“), § 7 („Omezení záruky“) a § 8 („Omezení ručení“).



Technická zpráva: statika | Pavilon "A"

Všeobecné informace

Název	MS Bohusovice
Montážní systém	S-Dome 6.10 Classic
Zpracovatel	Zdenek Vacha

Informace o poloze

Adresa	Nová 55, 411 56 Bohušovice nad Ohří
Nadmořská výška	150,10 m

Informace o střeše

Výška budovy	3,90 m
Typ střechy	Plochá střecha
Sklon střechy	2°
Metoda upevnění	Zátěž
Krytina	Fólie, štěrk,...
Minimální vzdálenost od okraje	1,00 m
Výška atiky	0,00 m
Materiál	Bitumen
Koeficient tření	0.2

Koeficient tření je nutně na místě ověřit. Pokud bude zjištěna menší hodnota, je nezbytně nutně ji zadat sem pro výpočet zatížení!

Zatížení

"Metoda návrhu"	CZ EN
Třída následků	CC1
Návrhová životnost	50 let
Kategorie terénu	IV - 15% povrchu pokrytu stavbami s výškou nad 15 m

Zatížení větrem

Oblast zatížení větrem	II
Rychlostní tlak, 50 let	$q_{p,50} = 0,459 \text{ kN/m}^2$
Faktor upravující zatížení sněhem podle doby návratu	$f_w = 1,000$
Rychlostní tlak, 25 let	$q_{p,25} = 0,459 \text{ kN/m}^2$



Technická zpráva: statika | Pavilon "A"

Zatížení sněhem

Sněhové oblasti	I
Prostředí	Běžná krajina
Sněhová zábrana mřížová	Ne
Zatížení sněhem na zemi	$s_k = 0,700 \text{ kN/m}^2$
"Tvarový součinitel zatížení sněhem"	$\mu_i = 0,800$
Faktor sklonu střechy	$d_i = 0,999$
Zatížení střechy sněhem, 50 let	$s_{i,50} = 0,560 \text{ kN/m}^2$
Faktor upravující zatížení sněhem podle doby návratu	$f_s = 1,000$
Zatížení střechy sněhem, 25 let	$s_{i,25} = 0,560 \text{ kN/m}^2$

Stálé zatížení

Hmotnost modulu	$G_M = 27,5 \text{ kg}$
Hmotnost montážního systému na modul	$= 4,1 \text{ kg}$
Plocha modulů	$A_M = 2,58 \text{ m}^2$
Mrtvá hmotnost modulu na m ²	$= 10,65 \text{ kg/m}^2$
Mrtvá hmotnost montážního systému na m ²	$= 1,59 \text{ kg/m}^2$
Celkové zatížení (kromě předřadníku) na m ²	$= 0,12 \text{ kN/m}^2$

Kombinace zatížení

Únosnost

Dílčí součinitel pro stálé zatížení - nepříznivé působení (STR)	$V_{G,sup} = 1,35$
Dílčí součinitel pro stálé zatížení - příznivé působení (STR)	$V_{G,inf} = 1,00$
Dílčí součinitel pro stálé zatížení - nestabilní působení (EQU)	$V_{G,dst} = 1,10$
Dílčí součinitel pro stálé zatížení - stabilní působení (EQU)	$V_{G,stb} = 0,90$
Dílčí součinitel- zatížení n proměnných	$V_Q = 1,50$
Kombinační součinitel zatížení pro Zatížení větrem	$\psi_{0,W} = 0,60$
Kombinační součinitel pro vítr (další proměnlivé vlivy)	$\psi_{1,W} = 0,20$
Kombinační součinitel zatížení pro Zatížení sněhem	$\psi_{0,S} = 0,50$
Součinitel pro stálé zatížení tříd spolehlivosti	$\kappa_{FI,G} = 0,90$
Součinitel pro proměnlivý zatížení tříd spolehlivosti	$\kappa_{FI,Q} = 0,85$

Kombinace zatěžovacích stavů 01	$LCC\ 01_{uls} = V_{G,sup} * \kappa_{FI,G} * G_k + V_Q * \kappa_{FI,Q} * S_{i,n}$
Kombinace zatěžovacích stavů 02	$LCC\ 02_{uls} = V_{G,sup} * \kappa_{FI,G} * G_k + V_Q * \kappa_{FI,Q} * W_{k,Pressure}$
Kombinace zatěžovacích stavů 03	$LCC\ 03_{uls} = V_{G,sup} * \kappa_{FI,G} * G_k + V_Q * \kappa_{FI,Q} * (W_{k,Pressure} + \psi_{0,S} * S_{i,n})$
Kombinace zatěžovacích stavů 04	$LCC\ 04_{uls} = V_{G,sup} * \kappa_{FI,G} * G_k + V_Q * \kappa_{FI,Q} * (S_{i,n} + \psi_{0,W} * W_{k,Pressure})$



Technická zpráva: statika | Pavilon "A"

Kombinace zatěžovacích stavů 06

$$LCC\ 06_uls = \gamma_{G,inf} * G_k + \gamma_Q * K_{Fl,Q} * W_{k,Suction}$$

Bezpečnost polohy

Zkouška sání

$$LCC\ up = \gamma_{G,stab} * G_k + \gamma_Q * K_{Fl,Q} * W_{k,n,Uplift}$$

Zkouška posunu

$$LCC\ displ = \gamma_{G,stab} * G_k + \gamma_Q * K_{Fl,Q} * W_{k,n,Displacement}$$

Použitelnost

Kombinační součinitel zatížení pro Zatížení větrem

$$\psi_{0,w} = 0,60$$

Kombinační součinitel zatížení pro Zatížení sněhem

$$\psi_{0,s} = 0,50$$

Kombinace zatěžovacích stavů 01

$$LCC\ 01_sls = G_k + S_{i,n}$$

Kombinace zatěžovacích stavů 02

$$LCC\ 02_sls = G_k + W_{k,Pressure}$$

Kombinace zatěžovacích stavů 03

$$LCC\ 03_sls = G_k + W_{k,Pressure} + \psi_{0,S} * S_{i,n}$$

Kombinace zatěžovacích stavů 04

$$LCC\ 04_sls = G_k + S_{i,n} + \psi_{0,W} * W_{k,Pressure}$$

Kombinace zatěžovacích stavů 06

$$LCC\ 06_sls = G_k + W_{k,Suction}$$

Max. Tlak na izolaci

Všeobecné informace

Stálé zatížení systému

$$g_{System} = 0,12\ kN/m^2$$

Součinitel tlaku a sil

$$C_{p,Pressure} = 0,20$$

Rozložení zátěže pod ochrannou rohoží budovy pod Peak (45°)

Rozměry

$$380,0 \times 75,3 \times 27,6\ mm$$

$$A_{eff} = 28\ 614,00\ mm^2$$

$$A_{load\ range\ area} = 1,29\ m^2$$

Max. zátěž

$$G_{ballast\ required} = 45,9\ kg$$

Rozložení zátěže pod ochrannou rohoží budovy pod SD (45°)

Rozměry

$$380,0 \times 75,3 \times 27,6\ mm$$

$$A_{eff} = 28\ 614,00\ mm^2$$

$$A_{load\ range\ area} = 1,29\ m^2$$

Max. zátěž

$$G_{ballast\ required} = 23,6\ kg$$

Kombinace zatížení

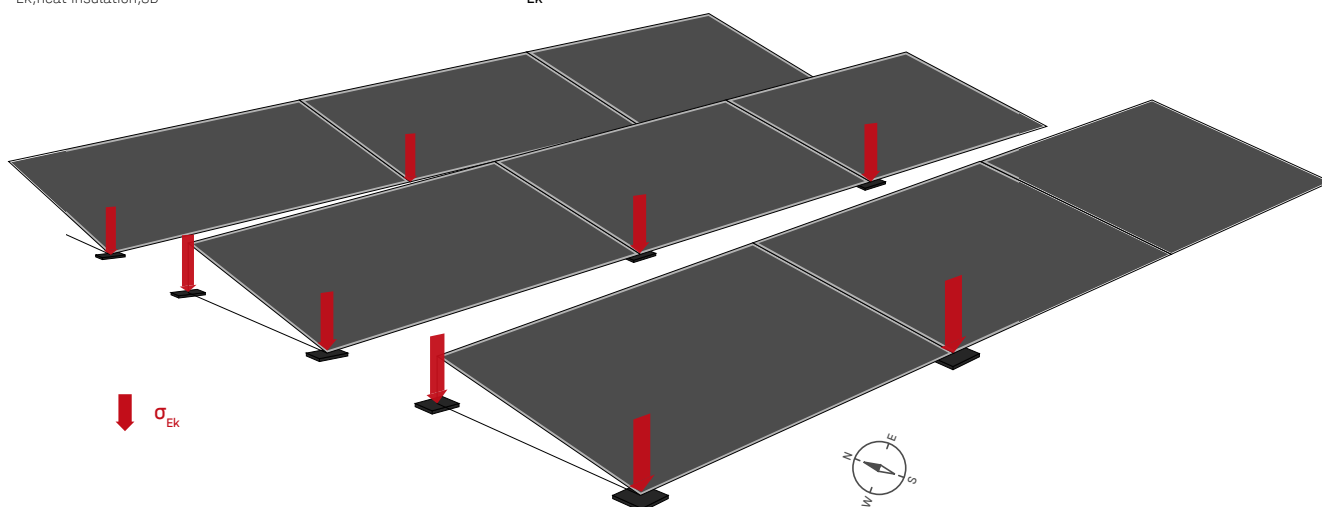
	$\sigma_{Ek,heat\ insulation,S6_10Eco}\ [Pa]$	$\sigma_{Ek,heat\ insulation,SD}\ [Pa]$
Kombinace zatěžovacích stavů 00	21 148	13 514
Kombinace zatěžovacích stavů 01	46 138	38 504

Technická zpráva: statika | Pavilon "A"

Účinky mrtvých zátěží (FV systém + předřadník)

 $\sigma_{Ek, \text{heat insulation, S6_10Eco}}$
 $\sigma_{Ek} = 21\,148 \text{ Pa}$
 $\sigma_{Ek, \text{heat insulation, SD}}$
 $\sigma_{Ek} = 13\,514 \text{ Pa}$

Maximální zatížení (součet vlastních zatížení a zatížení sněhem)

 $\sigma_{Ek, \text{heat insulation, S6_10Eco}}$
 $\max \sigma_{Ek} = 46\,138 \text{ Pa}$
 $\sigma_{Ek, \text{heat insulation, SD}}$
 $\max \sigma_{Ek} = 38\,504 \text{ Pa}$


Zatížení H-V

Podle odborného posudku zatížení větrem ústavem I.F.I. Institut für Industrieaerodynamik GmbH

Všeobecné informace

Počet modulů celkem

21

Střešní plochy pokryté moduly

A = ca. 72,39 m²

Stálé zatížení

$g_{k, \text{System incl. ballast}} = 0,28 \text{ kN/m}^2$

Součinitele tlaků a sil

$C_{p, \text{Pressure}}$ = podle normy EN 1991-1-4

$C_{F, x, \text{average}}$ = 0,01

$C_{F, y, \text{averaged}}$ = -0,03

$k_{s, xy}$ = 1,00

k_p = 1,00

= 1,00

Korekce vzdálenosti od okraje

Atika – koeficient korekce

Koeficient výšky budovy

Technická zpráva: statika | Pavilon "A"

Zatížení horizontální

$$W_{k,F,x} = 0,004 \text{ kN/m}^2$$

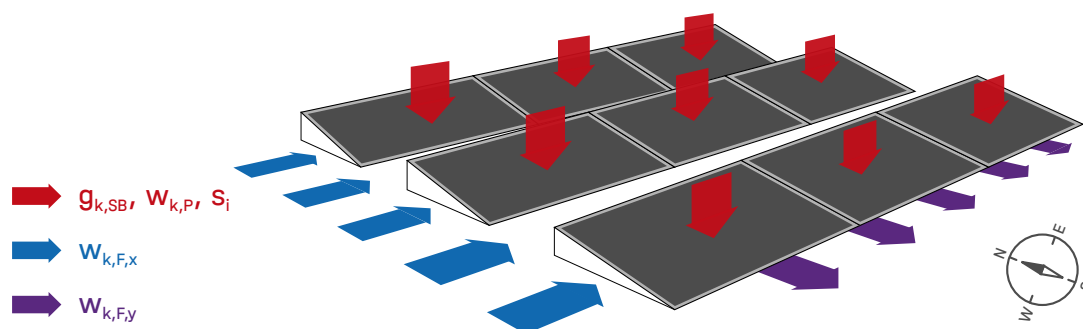
$$W_{k,F,y} = -0,011 \text{ kN/m}^2$$

Zatížení vertikální

$$g_{k,\text{System incl. ballast}} = 0,28 \text{ kN/m}^2$$

$$W_{k,\text{Pressure}} \quad - \text{ podle normy EN 1991-1-4}$$

$$s_i \quad - \text{ podle normy EN 1991-1-3}$$



Poznámka:

Hodnoty vertikálního zatížení větrem ploché střechy jsou v zásadě určeny svým efektem posunutí a zůstávají proto také při konstrukci plochého fotovoltaického systému nezměněné. Pro výpočet plochých střech se doporučují součinitele tlaků a sil podle normy DIN EN 1991-1-4.

Střechy | Pavilon "A" | Seznam položek

Poloha	Č. výrobku	Výrobek	Počet	Hmotnost
1	2004125	Dome 6.10 Peak	27	8,1 kg
2	1001643	MK2	74	1,3 kg
3	2001729	Socket Head Bolt serrated M8×20	74	1,0 kg
4	2003243	Dome 6.10 SD	27	8,2 kg
5	2003126	Dome Mat S 380	54	19,9 kg
6	2004103	S-Dome 6.10 Windbreaker X-tra long	21	51,0 kg
7	2002937	Thread-forming metal screw 6×25	54	0,4 kg
8	2004279	K2 BasicRail 22; 5.95 m	9	35,3 kg
9	2002870	K2 Solar Cable Manager	21	0,1 kg
10	2004141	Mat-S Tool	1	0,0 kg
11	2002609	DomeClamp Black MC Set 30-50	30	1,7 kg
12	2002610	DomeClamp Black EC Set 30-50	24	1,6 kg
13	2004098	Dome Porter X-tra long	10	25,2 kg
14	2002300	Dome SpeedPorter	80	6,1 kg
Součet				159,8 kg



Seznam položek

Poloha	Č. výrobku	Výrobek	Počet	Hmotnost
1	2004125	Dome 6.10 Peak	116	34,8 kg
2	1001643	MK2	280	4,9 kg
3	2001729	Socket Head Bolt serrated M8×20	280	3,6 kg
4	2003243	Dome 6.10 SD	116	35,1 kg
5	2003126	Dome Mat S 380	232	85,4 kg
6	2004103	S-Dome 6.10 Windbreaker X-tra long	89	216,1 kg
7	2002937	Thread-forming metal screw 6×25	232	1,6 kg
8	2004279	K2 BasicRail 22; 5.95 m	36	141,1 kg
9	1006039	Dome FlatConnector Set	12	2,3 kg
10	2002870	K2 Solar Cable Manager	89	0,2 kg
11	2004141	Mat-S Tool	4	0,1 kg
12	2002609	DomeClamp Black MC Set 30-50	124	7,2 kg
13	2002610	DomeClamp Black EC Set 30-50	108	7,1 kg
14	2002300	Dome SpeedPorter	286	21,7 kg
15	2004098	Dome Porter X-tra long	24	60,5 kg
Součet				621,9 kg



Děkujeme, že jste si vybrali montážní systém K2.

Systémy od společnosti K2 Systems se snadno a rychle instalují. Doufáme, že vám tyto pokyny pomohly. V případě jakýchkoli dotazů nebo návrhů na zlepšení nás prosím kontaktujte.

Naše kontaktní údaje:

k2-systems.com/en/contact

Platí naše Všeobecné obchodní podmínky. Viz k2-systems.com

K2 Systems GmbH

Haldenstraße 1
71272 Renningen
Germany

+49 (0)7159 42059-0

+49 (0)7159 42059-177

info@k2-systems.com

www.k2-systems.com