



Studie stavebně technologického řešení FVE na střeše objektu MŠ Úholičky

Projekt: Instalace fotovoltaického systému na střeše objektu MŠ Úholičky

Program: Výzva RES+ č.3/2022 – Komunální FVE pro malé obce –
Instalace nových fotovoltaických elektráren.

Žadatel: Obec Úholičky
Náves 10
252 64 Úholičky

Zpracovatel: SolPro projekční činnost s.r.o.
Nové sady 988/2
602 00 Brno
IČ: 17859492

Datum zpracování: 3.2.2023





Obsah

Úvod.....	3
Charakteristika	3
Technický popis řešení	5
Údaje místa realizace fotovoltaické elektrárny	6
Návrh řešení	7
Popis instalace.....	7
Umístění vnitřního vybavení	8
Rozmístění fotovoltaických panelů na budově MŠ Úholičky	8
Vymezení nutných předpokladů pro implementaci opatření.....	9
Povinné technické parametry.....	10
Seznam příloh	11





Úvod

Studie stavebně technologického řešení obsahuje možnosti instalace fotovoltaické elektrárny a její napojení do elektroinstalace objektu MŠ Úholičky. Návrh řešení vychází ze současného stavu a dispozičního řešení objektu a dostupných technologií pro výstavby fotovoltaické elektrárny (FVE). Studie se nezaobírá technologií samotnou ani ekonomickým zhodnocením investice z důvodu působení mimořádných politicko-ekonomických faktorů na energetický trh.

Charakteristika

Napěťová soustava

3PEN ~ 50Hz 400V / TN-C přípojková skříň, rozvaděč RE

3PEN ~ 50Hz 400V/230V / TN-C-S HDR (TN-C-S)

2 = 1000V DC – skupiny solárních panelů

Ochrana před úrazem elektrickým proudem

Ochrana před úrazem elektrickým proudem je uvedena v ČSN 33 2000-4-41 ed.2.

Napěťová soustava DC do 1000V

a) Ochrana před úrazem el. proudem při provozu (před dotykem živých částí): izolací, krytím

b) Ochrana před úrazem el. proudem při poruše (před dotykem neživých částí): dvojitou izolací (odst. 412) – FV panely a veškerá kabeláž ve dvojitě izolaci

Doplňujícím pospojováním dle čl. 411.3.2.6

Napěťová soustava AC do 1000V/TN-CS-S

čl. 411 – Ochranné opatření: automatické odpojení od zdroje

- základní ochrana základní izolací živých částí, kryty nebo překážky
- ochrana při poruše ochranným pospojováním a automatickým odpojením v případě poruchy
- požadavky na základní ochranu (před přímým dotykem živých částí)
- požadavky na ochranu při poruše (před dotykem neživých částí)
- ochranné uzemnění a ochranné pospojování
- automatické odpojení v případě poruchy

Použité podklady

- osobní prohlídka objektu

- mapové podklady

platné normy ČSN, a to zejména:

- ČSN EN 60038 Normalizovaná napětí IEC
- ČSN 33 0165 ed.2 Značení vodičů barvami nebo číslicemi
- ČSN 33 2000-1 ed.2 El. zařízení – Rozsah platnosti, účel a základní hlediska
- ČSN 33 2000-1 ed.2 El. zařízení – Stanovení základních charakteristik
- ČSN 33 2000-4-41 ed.2 Ochranné opatření pro zajištění bezpečnosti – Ochrana před úrazem elektrickým proudem





- ČSN 33 2000-4-43 ed.2 El. zařízení – Ochrana proti nadproudům
- ČSN 33 2000-5-51 ed.3 El. zařízení – výběr a stavba – Všeobecné předpisy
- ČSN 33 2000-5-52 ed.2 El. zařízení – výběr a stavba – Soustavy a stavby vedení
- ČSN 33 2000-5-53 ed.2 El. zařízení – výběr a stavba – Spínací a řídicí systémy
- ČSN 33 2000-5-52 ed.2 El. zařízení – výběr a stavba – Dovolené proudy
- ČSN 33 2000-5-54 ed.2 El. zařízení – Uzemnění a ochranné vodiče
- ČSN 33 2000-7-712 Solární fotovoltaické (PV) napájecí systémy
- ČSN 38 0810 Směrnice pro použití přepětových ochran v silových zařízeních
- ČSN EN 60099-5 ed.2 Svodiče přepětí – doporučení pro volbu a použití
- ČSN 33 2000-6 Elektrické instalace nízkého napětí – Část 6: Revize
- ČSN EN 50 110-1 ed.3 Normy a pravidla pro bezpečnou práci a obsluhu na elektrických zařízeních
- Energetický zákon 458/2000 Sb. O podmínkách podnikání a výkonu státní správy v energetice.
- Vyhláška č. 268/2011 Sb. (nahrazující vyhlášku č. 23/2008 Sb.) o technických podmínkách požární ochrany staveb.
- Podmínky provozování distribučních soustav.

Obecné požadavky při návrhu FVE

FVE bude v souladu s ČSN EN 61727 – „Fotovoltaické systémy – parametry rozhraní s uživatelskou sítí“, v souladu s aktuálními Pravidly provozování distribuční soustavy (PPDS) a požadavky provozovatele distribuční sítě. V případě kolizí jednotlivých požadavků jednotlivých standardů má přednost požadavek provozovatele distribuční sítě. Celá FVE, včetně všech součástí bude provedena tak, aby byla vhodná do klimatických podmínek České republiky v souladu s ČSN IEC 721-2-1 – „Klasifikace podmínek prostředí, část 2: Podmínky vyskytující se v přírodě. Teplota a vlhkost vzduchu.“

Veškeré elektronické zařízení bude mít značku CE, jako potvrzení „Conformité Européenne“ a bude splňovat veškeré požadavky potřebné k získání tohoto označení. Veškeré zkoušky a vlastnosti zařízení musí být doloženy odpovídajícím atesty a certifikáty, které vydaly akreditované zkušební a kalibrační laboratoře dle ČSN EN ISO/IEC 17025 – „Posuzování shody Všeobecné požadavky na způsobilost zkušebních a kalibračních laboratoří.“





Technický popis řešení

Popis technologie fotovoltaické elektrárny

Fotovoltaická elektrárna, FVE je obnovitelným zdrojem energie, využívající přímou přeměnu slunečního záření na elektrickou energii. FVE je tvořena fotovoltaickými panely, vhodnou kombinací měniče, regulátoru, střídače a dalších propojovacích či ochranných prvků, popř. transformátoru, který v případě potřeby zabezpečuje připojení do přenosové /distribuční soustavy. FVE využívá k přeměně energie tzv. fotoelektrický jev, probíhající na úrovni fotovoltaických článků.

FVE jako celek je tvořena sériovo-paralelními kombinacemi fotovoltaických panelů, které představují sériovo-paralelní kombinace fotovoltaických článků. (polovodičových diod). Každý článek charakterizují dvě vrstvy příměsových polovodičů: polovodiče typu P s nedostatkem elektronů, teda přebytkem kladných částic „děr“ (anoda) a polovodiče typu N, který je charakterizován elektronovým přebytkem (katoda). Rozhraní těchto polovodičů je označováno jako PN přechod a zabraňuje samovolnému přechodu elektronů v závěrném směru. Při dopadu slunečního záření na fotovoltaický článek, vzniká na úrovni těchto vrstev fotoelektrický jev, kdy přebytečné elektrony z vrstvy polovodiče typu N přecházejí přes PN přechod do vrstvy polovodiče typu P. Jako důsledek je FVE produkován elektrický proud. Velikost generovaného proudu ovlivňují paralelní zapojení, velikost napětí naopak sériové, vhodně zvolené kombinace spojení článků, popř. panelů.

Fotovoltaické články jsou nejčastěji vytvořeny z jednoho, z několika druhů křemíku (Si) – polykrystalický, monokrystalický, amorfni nebo arsenidu galia. Použitý materiál ovlivňuje výslednou účinnost přeměny slunečního záření celého fotovoltaického panelu, popř. jeho životnost, křehkost a samozřejmě cenu. V návrhu FVE jsou použity monokrystalické panely.

Mezi další neodmyslitelné komponenty FVE patří DC/DC měnič, regulátor a DC/AC střídač. Měnič je využíván pro změnu velikosti produkovaných stejnosměrných veličin. Fotovoltaický regulátor vyrovnává kolísající generované napětí na výstupu FVE tak, aby mohlo být dále využíváno. Místo regulátoru může být použit tzv. MPPT (Maximum Power Point Tracking) regulátor s vestavěným DC/DC měničem. Tento regulátor sleduje bod maximálního výkonu modulu i za nepříznivých podmínek a tím zvyšují celkovou účinnost a dosažený výkon systému FVE. Střídač zajišťuje přeměnu stejnosměrných veličin na střídavé. Tyto prvky mohou být v systému zastoupeny jednotlivě, popř. mohou být nahrazeny jedním hybridním měničem, který dokáže všechny zmíněné pracovní oblasti zastoupit.

Dále jsou systémy FVE vybaveny propojovacími a ochrannými prvky, jako jsou jističe, svodiče, či ochrany proti zkratu či přepětí, které by mohly vzniknout např. při úderu blesku. FVE je velmi oblíbeným a hojně využívaným zdrojem energie. Získaná produkce je přímo ovlivněna velikostí instalovaného výkonu (velikostí elektrárny) a její orientací vůči světovým stranám, kde mezi ideální orientací patří nastavení panelů s orientací na jih při sklonu od 5 do 45 °C vůči horizontální rovině. Výši produkce také ovlivňuje podnební pásmo místa instalace a aktuální podnební podmínky. Na území České republiky dopadne průměrně ročně 950-1340 kWh sluneční energie na m².





Údaje místa realizace fotovoltaické elektrárny

Informace o pozemku

Parcelní číslo	429/14
Obec	Úholičky
Katastrální území	Úholičky
Číslo LV	10001
Výměra	1880 m ²
Typ parcely	Parcela katastru nemovitostí
Druh pozemku	Ostatní plocha

Informace o stavbě

Budova s číslem popisným	Úholičky [173231]; č.p. 257; stavba občanského vybavení
Stavba stojí na pozemku	p.č. st. 415
Stavební objekt	č. p. 257
Ulice	Na Chlumci
Adresa místa	Na Chlumci č.p. 257

Součástí realizace FVE MŠ Úholičky bude instalace podružných měření, SMARTMETRU na přidružené odběrné místa, a to konkrétně v lokalitách:

Mateřská školka a Technické služby: p.č. 429/14

Veřejné osvětlení: p.č. 316/8 a p.č. 478/1

Obecní úřad - Statek, Náves 10: p.č. st. 22

Katastrální snímek s vymezením objektu pro instalaci FVE



Obr. č.1 – Katastrální snímek objektu MŠ Úholičky





Návrh řešení

Pro FVE byl vybrán jako optimální hybridní DC/AC měnič, s maximální účinností 98 %, který umožňuje přechod do ostrovního režimu s přerušením dodávky energie (EPS = nouzové napájení) například během výpadku distribuční sítě a dále je vybaven dvěma MPPT regulátory. Navíc měnič umožňuje monitorování celého systému FVE (výkonu, stavu baterií). Příslušenství k FVE zahrnuje veškeré instalační materiály, případnou změnu rozvaděče, zavedení odpojovače atp. V rámci bateriového úložiště (BTÚ) byla vybrána Li-Ion technologie bateriových modulů s životností více než 4000 cyklů, tedy minimálně 15 let. Příslušenství BTÚ zahrnuje potřebný řídicí modul pro vysokonapěťové baterie, jističe a instalační prvky.

FVE je navržena jako hybridní o výkonu 43,2 kWp a bateriovým úložištěm 35,5 kWh. Fotovoltaické panely budou umístěny na střeše MŠ. Střídač, baterie a další technologické příslušenství bude umístěno v technické místnosti objektu. Zatížení rovné střechy bude 1000kg/30 ks panelů (údaj o hmotnosti je včetně hmotnosti podpůrné konstrukce a samotné hmotnosti FV panelů) a další dodatečné zatížení nosné konstrukce FVE o 1250kg/30 ks panelů. Konstrukce bude gravitačně kotvena na stávající střešní konstrukci ploché střechy. Kotvení samotné konstrukce bude provedeno zátežovými betonovými kostkami 40x40cm o tloušťce alespoň 4 cm.

Popis instalace

FVE se skládá celkem z 96 ks FV monokrystalických panelů o jmenovitém výkonu 450 Wp (nebo ekvivalent). Celkově je FVE tvořena 1 invertorem, který bude napojený na 6 stringů. FV stringy budou přes DC box se svodiči přepětí a vypínačem DC strany. Vývody z DC boxu budou zapojeny do 3-fázového střídače GoodWee GW30K-ET (nebo ekvivalent). FV panely budou upevněny na nosné konstrukci zabezpečující požadovaný sklon FV panelů na ploché střeše. Všechny kovové prvky umístěné na střeše budou pospojovány a uzemněny v souladu s požadavky norem ČSN 33 2000-4-41, ČSN 33 2000-5-54 v aktuální platné edici.

Velikost napětí v DC větvích (stringu) při provozu závisí zejména na intenzitě dopadajícího záření a teplotě, uvažovaná max. hodnota napětí ve výši 1000 V DC. Propojení panelů a odvody k rozvaděči pro DC bude provedeno flexibilními vodiči s dvojitou izolací o průřezu 6mm² (H1Z2Z2 – K 1X6 nebo ekvivalent). Střídač bude propojen s FRVE kabely H07RN-F 4x6mm². V rozvaděči RFVE budou umístěny AC prvky – jističe, pojistkové odpínače vše OEZ LETOHRAD (nebo ekvivalenty), elektroměr pro měření vyrobené elektrické energie fotovoltaickým systémem DTSU-666-CT ADD1-200A nebo ekvivalent. Dále svodič přepětí Wiedmueller VPU II 3+1 280V/40kA nebo ekvivalent, stykač TeSYS D 4p 80A (nebo ekvivalenty) a relé pro blokování zpětné dodávky, které je součástí střídače.





Umístění vnitřního vybavení

Vnitřní prostory – třídění vnějších vlivů: AA5, AB5, AC1, AD1, AE1, AF1, AG1, AH1, AK1, AL1, AM1, AN1, AP1, AQ1, BA5, BC2, BD3, BE1, CA1, CB1.

Všechny třídy vnějších vlivů mají charakteristiku požadovanou pro výběr a instalaci zařízení – normální prostory. Ve vztahu ke konkrétnímu umístění v budově by střídač, rozváděč FVE a bateriové úložiště mělo být umístěno v prostoru s normálními vlhkostmi a teplotou, přičemž platí, že čím stabilnější teplota v prostoru během celého roku panuje, tím menší je namáhání technologie bateriového úložiště. Jako vhodný prostor v MŠ Úholičky se jeví prostor – technická místnost. Tento prostor je z hlediska celoroční teploty a vlhkosti (60 – 80 %) v místnosti nejvhodnější pro umístění technologie FVE.

Rozmístění fotovoltaických panelů na budově MŠ Úholičky

Počet FV panelů:	96 ks
Výkon 1 FV panelu:	450 Wp
Celkový instalovaný výkon FVE:	43,2 kWp





Obr. č. 2 Umístění FV panelů na střeše MŠ Úholičky

Vymezení nutných předpokladů pro implementaci opatření

Předpoklady pro implementaci

- Možnost řídit technologii FVE řídicím systémem, který může ovlivnit výstupní parametry elektrické energie z FVE, zejména výkon, napětí, frekvenci dle připojovacích podmínek distribuční společnosti ČEZ.
- Stavební připravenost – zajištění statických posudků a opatření technické připravenosti místa instalace z hlediska PBR
- Plánování realizace v koordinaci s ostatními záměry – např. doplnění šterkové vrstvy na střechu č.3 vzhledem k PBR apod.
- **Nutná instalace podružného měření prostřednictvím SMARTMETRU na přidružených odběrných místech.**
- Pro obvody DC: Zajištění silových kabelových tras, přestupů ze střechy do technické místnosti. Umístění vodičů do chrániček/trubek odolných vůči UV záření.
- Pro obvody AC: Zajištění silových kabelových tras až k HDR ve žlabech.



**Požadavky na schvalovací procesy**

- Zajištění vyjádření správce distribuční soustavy ČEZ k instalaci FVE

Potenciální rizika při realizaci projektu

- Rizika politická: změna politiky a podpory budování FVE může vyústit v zastavení realizace celého projektu
- Enviromentální rizika: vznik nákladů na odstranění škod při realizace projektu nebo náklady na zavedení procesů, aby vše bylo v souladu s opatřeními na ochranu životního prostředí
- Rizika spojené se stanovisky správce distribuční soustavy
- Technická rizika, zejména prověření únosnosti konstrukcí. V rámci přípravy projektové fáze doporučujeme prověřit statickým posudkem únosnost střešních konstrukcí zatížených FV panely.

Povinné technické parametry

TECHNOLOGIE	SOUBORY NOREM
Fotovoltaické moduly	IEC 6125, IEC 61730
Měniče	IEC 61000-6-3:2007+A:2001, 61000-1:2007, 61000-6-2:2005
Elektrické akumulátory	IEC 62619
TECHNOLOGIE	MINIMÁLNÍ ÚČINNOST
FV moduly při standardních testovacích podmínkách	20,5%
Měniče	Euro efficiency 97,7%
TECHNOLOGIE	POŽADOVANÉ ZAJIŠTĚNÍ ŽIVOTNOSTI
Fotovoltaické moduly	80% výkonu na 25 let, 12 let na mech. Části
Měniče	10 let
Elektrické akumulátory	Záruka s max. poklesem 60% nominální hodnoty kapacity po 10 letech provozu, nebo min. 3000 násobku nominální energie

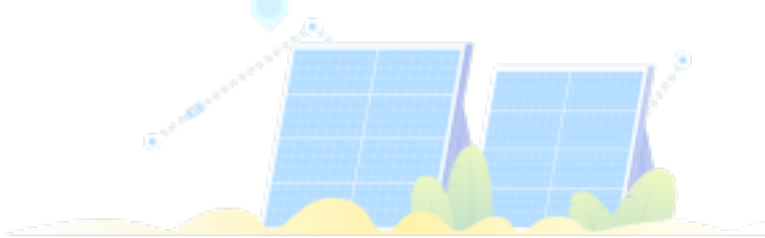




Seznam příloh

1. Vytíženost FV panelů, sluneční diagramy
2. Situační výkres FVE MŠ Úholičky – C.1
3. Koordinační výkres FVE MŠ Úholičky – C.2
4. Přehledové schéma FVE MŠ Úholičky – D.1
5. Dispoziční schéma FV panelů MŠ Úholičky – D.2
6. Rozpočet FVE MŠ Úholičky 43,2 kWp
7. Splnění specifických kritérií přijatelnosti
8. Datasheet – akumulční baterie (SC1000-100S + 10ks H48074 + POWERCUBE-H2)
9. Datasheet – FVE panelů LONGI
10. Datasheet – Střídač GoodWe
11. Kalkulace nosné konstrukce FV panelů K2 Base





Account Information

Designer	Customer information
Name:	Name:
Address:	Email:
Telephone No.:	Address:

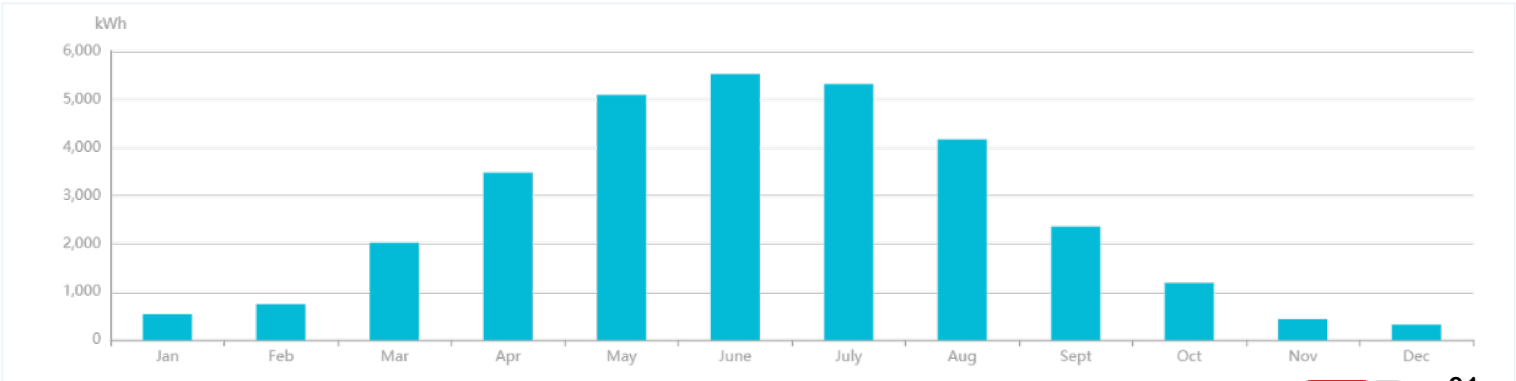
Overview

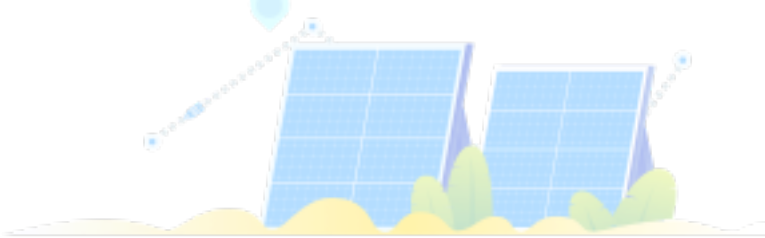
Project name	FVE MŠ Úholičky
Location:	Prague Úholičky
Temperature information	Minimum:-17 Maximum:31 Average:19
PV array	Array 1(Quantity:30 Model:LR4-72HPH-450M Azimuth:163 Tilt:30) Array 2(Quantity:30 Model:LR4-72HPH-450M Azimuth:163 Tilt:30) Array 3(Quantity:36 Model:LR4-72HPH-450M Azimuth:163 Tilt:30)
Annual generation	31173.7 kWh
DC-to-AC Ratio	144.00 %
Self-consumption ratio	41.70 %

Inverter

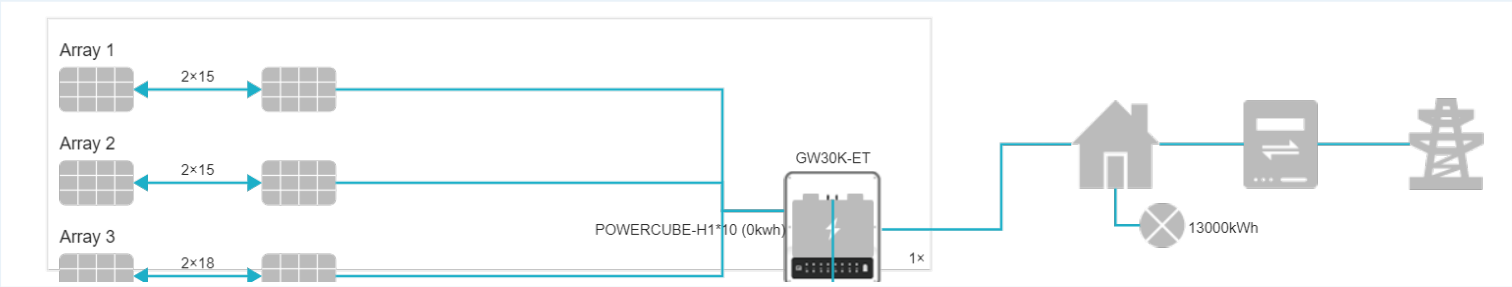
Segment	Quantity of inverter	Quantity of PV module	Module area	Annual generation	Cable loss	Battery capacity	DC-to-AC Ratio
 GW30K-ET	1	96	208.662 912	31173.67 kWh	0.66 %	POWERCUBE-H1*10 (0 kWh)	144.00 %

Generation estimate





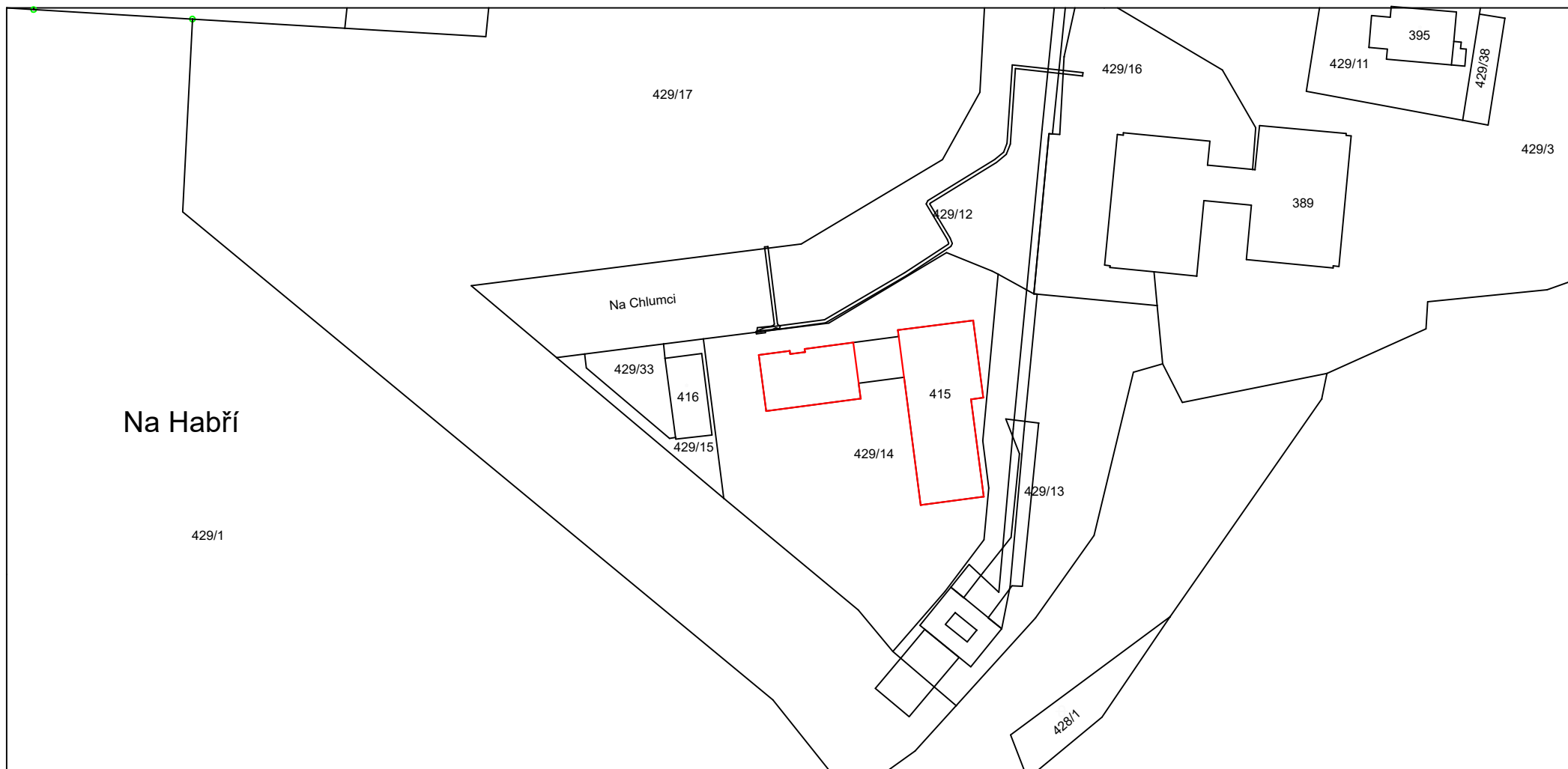
Sketch diagram



Disclaimer

- The results have been calculated according to the algorithm from GoodWe Power Supply Technology Co., LTD.
- Actual generation of your PV plant may vary due to weather changes, efficiency of PV module and other factors.
- The simulation results are for reference only, GoodWe has the right of final interpretation.

Signature:



Stavba se provádí na pozemcích k.ú.
Úholičky [773239]:
p.č. 415

Hranice oblasti pro budoucí
instalaci FVE

ODPOV.PROJEKTANT		Ing. Martin Šašek
VYPRACOVAL		Ing. Branislav Hrdý
KRESLIL		Ing. Branislav Hrdý
KRAJ	Středočeský	
OBJEDNATEL	obec Úholičky, místostarosta p. Stára	
ZAKÁZKA:		
FVE MŠ Úholičky		
VÝKRES:		
Situační výkres FVE MŠ Úholičky		



SolPro projekční činnost s.r.o.

FORMÁT	A4
DATUM	14.2.2023
ČÍSLO ZAKÁZKY	00204012023
ÚČEL, STUP.DOK.	DSP
MĚŘÍTKO	ČÍSLO PŘÍLOHY
1:1000	C.1



Stavba se provádí na pozemcích k.ú.
Úholičky [773239]:
p.č. 415

Hranice oblasti pro budoucí
instalaci FVE

ODPOV.PROJEKTANT Ing. Martin Šašek

VYPRACOVAL Ing. Branislav Hrdý

KRESLIL Ing. Branislav Hrdý

KRAJ Středočeský

OBJEDNATEL obec Úholičky, místostarosta p. Stára

ZAKÁZKA:
FVE MŠ Úholičky

VÝKRES:
Koordinační výkres FVE MŠ Úholičky



SolPro projekční činnost s.r.o.

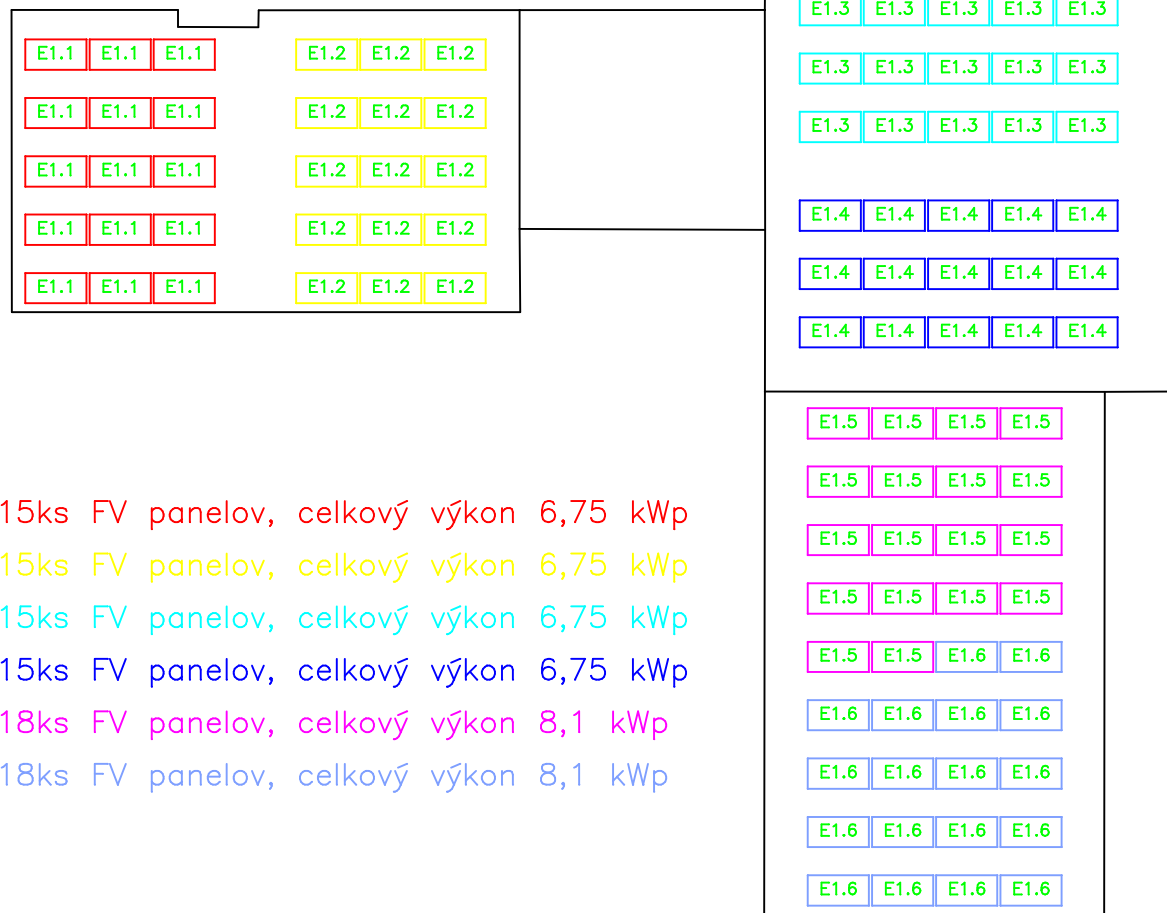
FORMÁT A4

DATUM 14.2.2023

ČÍSLO ZAKÁZKY 00204012023

ÚČEL, STUP.DOK. DSP

MĚŘÍTKO 1:500
ČÍSLO PŘÍLOHY C.2



E1.1 – String č. 1, 15ks FV panelov, celkový výkon 6,75 kWp

E1.2 – String č. 2, 15ks FV panelov, celkový výkon 6,75 kWp

E1.3 – String č. 3, 15ks FV panelov, celkový výkon 6,75 kWp

E1.4 – String č. 4, 15ks FV panelov, celkový výkon 6,75 kWp

E1.5 – String č. 5, 18ks FV panelov, celkový výkon 8,1 kWp

E1.6 – String č. 6, 18ks FV panelov, celkový výkon 8,1 kWp

Fotovoltaický panel
Výkon: 450 Wp
Účinnost: 20,7 %
Rozměry: 2094x1038x35mm
Hmotnost: 23,3 kg

Celkový instalovaný výkon: 43,2 kWp
Sklon střechy: 0°
Sklon FVE panelů: 30° (konstrukce)
Azimut: 163°

ODPOV.PROJEKTANT		Ing. Martin Šašek
VYPRACOVAL		Ing. Branislav Hrdý
KRESLIL		Ing. Branislav Hrdý
KRAJ	Středočeský	
OBJEDNATEL	obec Úholičky, místostarosta p. Stára	
ZAKÁZKA:		
FVE MŠ Úholičky		
VÝKRES:		
Dispoziční schéma FV panelů, MŠ Úholičky		



SolPro projekční činnost s.r.o.

FORMÁT	A4
DATUM	14.2.2023
ČÍSLO ZAKÁZKY	00204012023
ÚČEL, STUP.DOK.	DPS
MĚŘÍTKO	ČÍSLO PŘÍLOHY
–	D.2



FVE MŠ Úholičky – Rozpočet

Položka č.	Popis	Cena za jednotku	Množství	Celková cena
1	FV panel LONGI lr4-72hph-450m	5 500 CZK	96	528 000 CZK
2	Střídač GoodWe GW30K-ET	140 000 CZK	1	140 000 CZK
3	Baterie, řídicí jednotka, montážní systém	510 000 CZK	1	510 000 CZK
4	Konstrukce střecha č.1 - 15ks FV panelů	65 000 CZK	1	65 000 CZK
5	Konstrukce střecha č.2 - 15ks FV panelů	65 000 CZK	1	65 000 CZK
6	Konstrukce střecha č.3 - 36ks FV panelů	108 000 CZK	1	108 000 CZK
7	Rozváděč	15 000 CZK	2	30 000 CZK
8	Kabeláž, elektroinstalační materiál a instalace	650 000 CZK	1	650 000 CZK
Cena celkem			2 096 000 CZK	

Ceny uvedené v tabulce jsou pouze orientační a závisí na aktuální situaci na trhu a vývoje cen.





SPLNĚNÍ SPECIFICKÝCH KRITÉRIÍ PŘIJATELNOSTI

Podporovány mohou být pouze výrobní, ve kterých budou instalovány výhradně fotovoltaické moduly, měniče a akumulátory s nezávisle ověřenými parametry prokázanými certifikáty vydanými akreditovanými certifikačními orgány⁸ na základě níže uvedených souborů norem:

Technologie	Soubory norem (je-li relevantní)	Komentář
Fotovoltaické moduly	IEC 61215, IEC 61730	ANO
Měniče	IEC 62116, normy řady IEC 61000 dle typu	ANO
Elektrické akumulátory	dle typu akumulátoru (pro nejčastější lithiové akumulátory IEC 63056:2020 nebo IEC 62619:2017 nebo IEC 62620:2014)	ANO

Instalované fotovoltaické moduly a měniče musí dosahovat minimálně níže uvedených účinností:

Technologie	Minimální účinnost	Komentář
Fotovoltaické moduly při standardních testovacích podmínkách (STC)	- 19,0 % pro monofaciální moduly z monokrystalického křemíku , - 18,0 % pro monofaciální moduly z multikrystalického křemíku, - 19,0 % pro bifaciální moduly při 0 % bifaciálním zisku, - 12,0 % pro tenkovrstvé moduly, - nestanoveno pro speciální výrobky a použití.	ANO
Měniče	97,0 % (Euro účinnost)	ANO

Při realizaci mohou být použity výhradně komponenty s garantovanou životností:

Technologie	Požadované zajištění životnosti	Komentář
Fotovoltaické moduly	- min. 20letá lineární záruka na výkon s max. poklesem na 80 % původního výkonu garantovanou výrobcem - min. 10letá produktová záruka garantovaná výrobcem	ANO
Měniče	- záruka výrobce či dodavatele trvající min. 10 let na jeho bezodkladnou výměnu či adekvátní náhradu v případě poruchy či poškození	ANO
Elektrické akumulátory	- záruka s max. poklesem na 60% nominální kapacity po 10 letech provozu, nebo dosažení min. 2 400násobku nominální energie (Energy Throughput)	ANO





Instalované měniče musí být vybaveny plynulou, nebo diskrétní říditelností dodávaného výkonu do elektrizační soustavy umožňující změnu dodávaného výkonu výroby. **FVE systém bude vybaven 2-stupňovou regulací, popřípadě více stupňovou na základě připojovacích podmínek distributora ČEZ.**

Podpora na vybudování systému bateriové akumulace vyrobené elektřiny může být poskytnuta pouze pro systémy s využitelnou kapacitou v rozsahu min. 20 % a max. 100 % z teoretické hodinové výroby při instalovaném špičkovém výkonu FVE. **Navržený systém vyhovuje výše uvedeným podmínkám.**

V případě bateriové akumulace s technologií na bázi olova nebo NiCd jsou podporovány pouze baterie se zajištěnou následnou recyklací (uzavřený cyklus). Účinnost recyklace konkrétního zpracovatele musí být podložena výpočtem dle nařízení EU č. 493/2012, přičemž účinnost recyklace musí být v souladu se směrnicí Evropského parlamentu a rady č. 2006/66/ES pro: i. NiCd baterie min. 75 % celkově a 99 % pro Cd, ii. baterie na bázi olova min. 65 % celkově a 97 % pro Pb. Pro ostatní technologie (např. lithium, NiMH) není prokázání způsobu následné likvidace bateriového systému požadováno.

Nejsou instalovány bateriové akumulace s technologií na bázi olova.





PYLONTECH

Cube the Force



**HIGH VOLTAGE
ENERGY STORAGE SYSTEM**

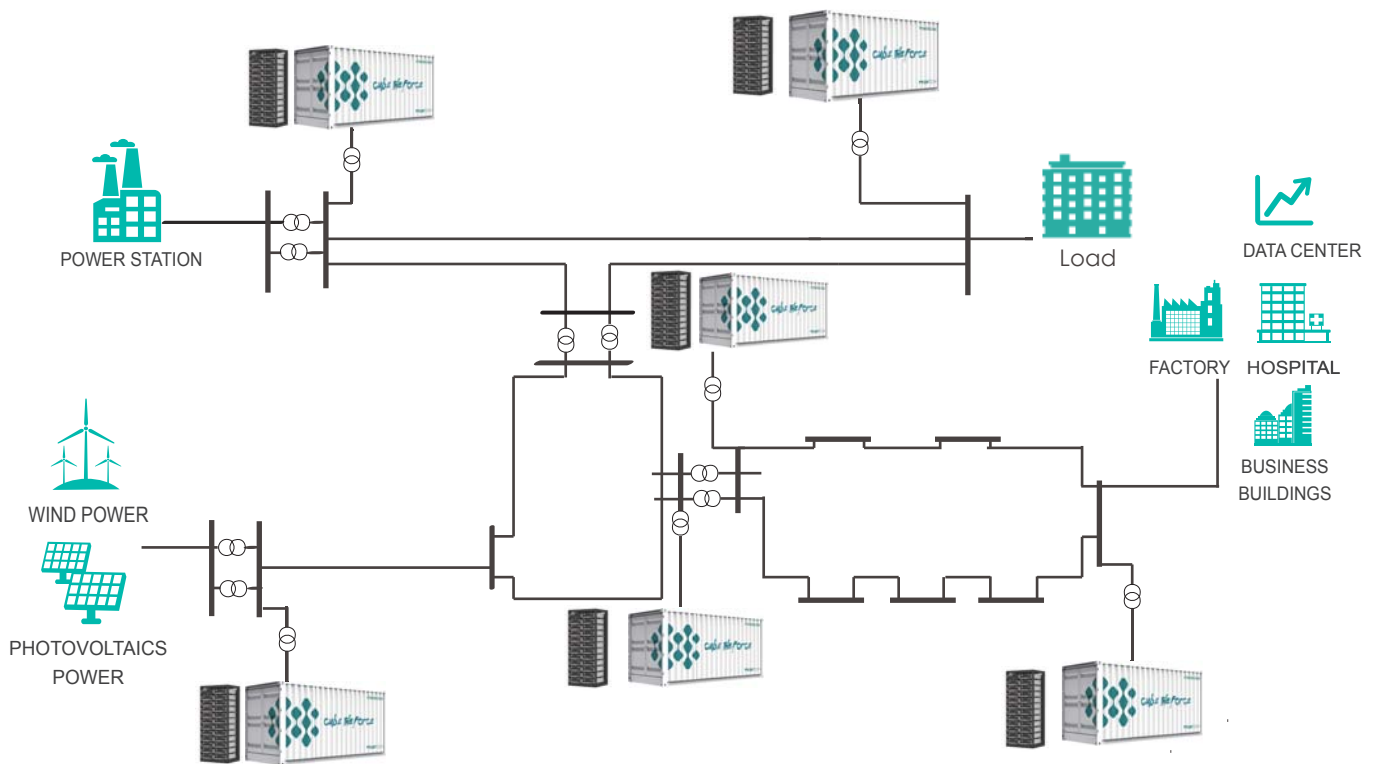
The Force Awakens



Pylon Technologies Co., Ltd.

Along with the wide deployed residential ESS Phantom series, Pylontech is proud to announce our High Voltage energy storage system serving the commercial/industrial/grid level customers – Powercube series.

Powercube series products with its modular design concept, enables the highest flexibility both for rack mounted and container based constructions, giving the flexibilities for customer to deploy the system nearly in any nodes in the grid, supporting the services such as emergency power, new energy stabilizer, energy shifting, load shaving, grid stabilizer, frequency responding (under development). With our deep experience in BESS (battery energy storage system), vertical industrial chain consolidation and fantastic ROI control, Pylontech Powercube will be your trustable system in all ESS application.



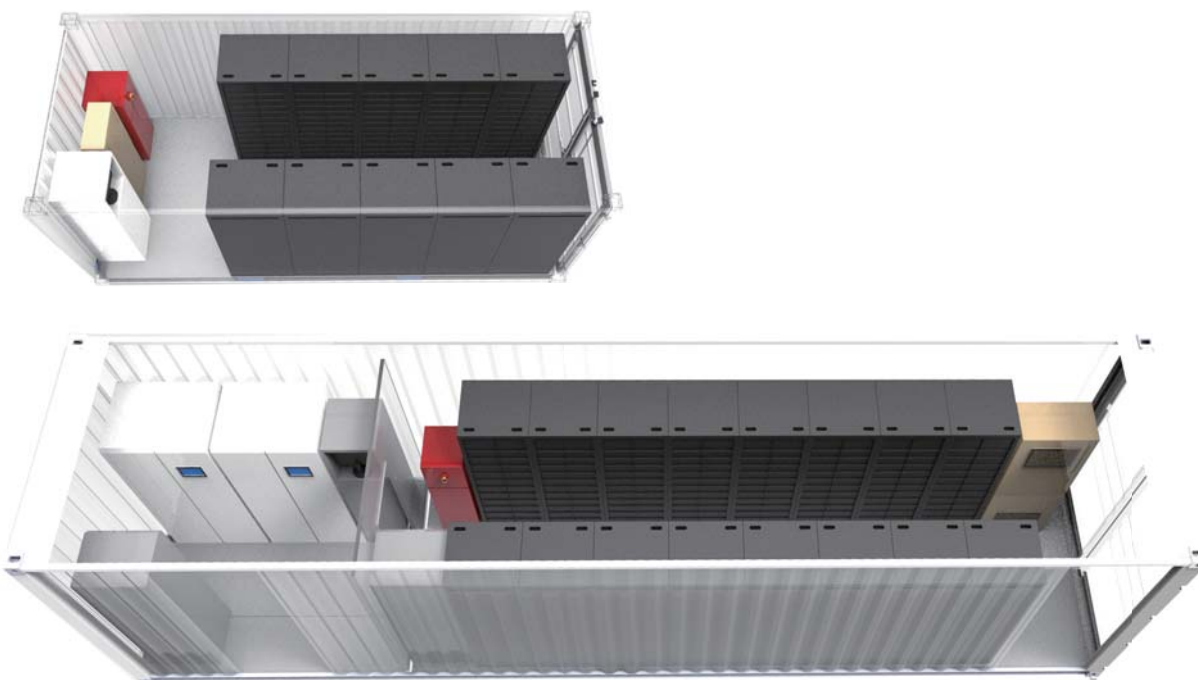
Vertically integrated the whole lithium battery industrial chain



Key features:

- 1, Vertical industry intergration chain
- 2, Modular design with different density, suits all scenarios.
- 3, Flixible voltage range from 100VDC to 1000VDC.
- 4, Three layer management system design delivers highest reliabilitiy.
- 5, T Rack mounted or container based system configuration

Layout of the Container



Specification

Battery Management system



Models	SC0500-100S	SC1000-100S	SC1000-200E
Related Product	X1	H1/H2	M1
Controller Working Voltage	100~430Vdc	200~1000Vdc	220Vac
System Operation Voltage	100~430 Vdc	200~1000 Vdc	0~1000 Vdc
Charge Current (Max.)(A)	100	100	200
Discharge Voltage(Vdc)	100~430	200~1000	0~1000
Discharge Current (Max.) (A)	100	100	200
Self-Consumption Power (W)	8	8	8
Dimension(W*D*H, mm)	442*390*132	442*390*132	330*628*150.5
Communication	RS485/CAN	RS485/CAN	RS485/CAN
Protection Class	IP20	IP20	IP20
Weight (kg)	8.2	8.2	17.5
Operation Life	15 years	15 years	15 years
Operation Temperature	-20~65℃	-20~65℃	-20~65℃
Storage Temperature	-40~80℃	-40~80℃	-40~80℃
Product Certificate	TÜV,CE	TÜV,CE	TÜV,CE

Battery Module



Models	H48050	H48074	H32148
Capacity(kWh)	2.40	3.55	4.74
Nominal Voltage(Vdc)	48	48	32
Nominal Capacity(AH)	50	74	148
Voltage Range(Vdc)	45~54	45~54	30~36
Depth of Discharge	80%(10~90%)	80%(10~90%)	80%(10~90%)
Dimension(W*D*H,mm)	442*390*100	442*390*132	330*628*150.5
Communication	RS485/CAN	RS485/CAN	RS485/CAN
Protection Class	IP20	IP20	IP20
Weight(kg)	24	32	48
Operation Life	10+Years	10+Years	10+Years
Operation Cycle Life	4000	4000	4000
Operation Temperature	0~50℃	0~50℃	0~50℃
Storage Temperature	-20~60℃	-20~60℃	-20~60℃
Product Certificate	TÜV,CE	TÜV,CE	TÜV,CE

Energy Storage System



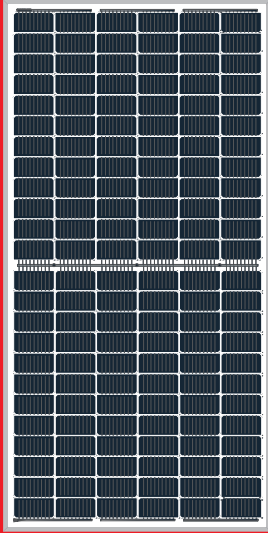
Models	POWERCUBE-X1 (336V50AH)	POWERCUBE-H1 (720V50AH)	POWERCUBE-H2 (576V74AH)	POWERCUBE-M1 (736V148AH)
Battery System Capacity (kWh)	16.8	36	42.62	108.93
Battery System Voltage (Vdc)	336	720	576	736
Battery System Capacity (AH)	50	50	74	148
Battery Module	H48050	H48050	H48074	H32148
Battery Module Capacity (kWh)	2.40	2.40	3.55	4.74
Battery Module Quantity (pcs)	7	15	12	23
Battery System Charge Upper-Voltage (Vdc)	378	810	648	828
Battery System Charge Current (Standard)	10	10	15	30
Battery System Charge Current (Normal)	25	25	37	74
Battery System Charge Current (Max.)	50	50	74	148
Battery System Discharge lower-Voltage (Vdc)	315	675	540	690
Efficiency	96%	96%	96%	96%
Depth of Discharge	80% (10~90%)	80% (10~90%)	80%(10~90%)	80%(10~90%)
Dimension(W*D*H, mm)	600*505*1300	600*505*2140	600*505*2140	815*659*2130
Weight (kg)	250	400	450	1,250
Operation Life	10+Years	10+Years	10+Years	10+Years
Operation Cycle Life	3,500	3,500	3,500	3,500
Operation Temperature	0~50℃	0~50℃	0~50℃	10~40℃
Storage Temperature	-20~60℃	-20~60℃	-20~60℃	-20~60℃
Battery Modules Qty. (Optional)	3~7 pcs	5~15 pcs	5~12 pcs	1~23 pcs
Product Certificate	TÜV,CE	TÜV,CE	TÜV,CE	TÜV,CE

PowerCube



Models	20 ft High Voltage System Container	40 ft High Voltage System Container
	POWERCUBE-20H	POWERCUBE-40H
System Capacity (MWh)	1.3	2.6
System Voltage Range(Vdc)	736(690-828)	736(690-828)
Dimension(W*D*H, M)	6.058×2.438×2.896	12.192×2.438×2.896
Weight(Ton)	18	35
Ambient Temperature	-20~50℃	-20~50℃
Communication	CAN/RS485	CAN/RS485

System design can be customized according to the requirement



LR4-72HPH 425~455M

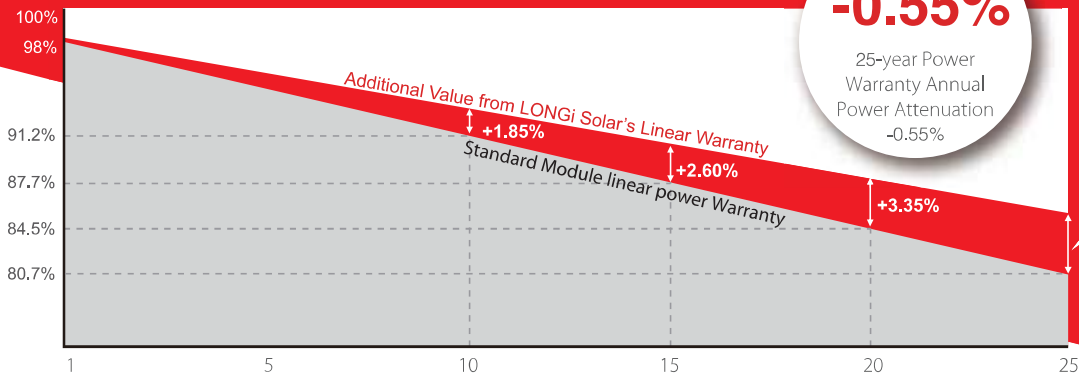
Hi-MO 4m

NEW

**High Efficiency
Low LID Mono PERC with
Half-cut Technology**

*Both 6BB & 9BB are available

12-year Warranty for Materials and Processing;
25-year Warranty for Extra Linear Power Output



+4.10%

Complete System and Product Certifications

IEC 61215, IEC 61730, UL 61730

ISO 9001:2008: ISO Quality Management System

ISO 14001: 2004: ISO Environment Management System

TS62941: Guideline for module design qualification and type approval

OHSAS 18001: 2007 Occupational Health and Safety



* Specifications subject to technical changes and tests.
LONGi Solar reserves the right of interpretation.

Positive power tolerance (0 ~ +5W) guaranteed

High module conversion efficiency (up to 20.9%)

Slower power degradation enabled by Low LID Mono PERC technology: first year <2%,
0.55% year 2-25

Solid PID resistance ensured by solar cell process optimization and careful module BOM selection

Reduced resistive loss with lower operating current

Higher energy yield with lower operating temperature

Reduced hot spot risk with optimized electrical design and lower operating current

LONGi

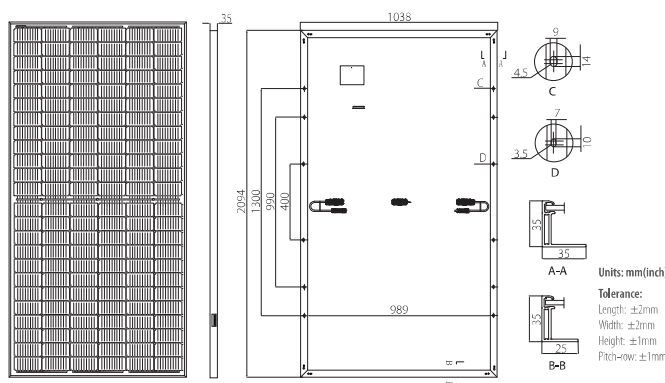
Room 801, Tower 3, Lujiazui Financial Plaza, No.826 Century Avenue, Pudong Shanghai, 200120, China
Tel: +86-21-80162606 E-mail: module@longi-silicon.com Facebook: www.facebook.com/LONGi Solar

Note: Due to continuous technical innovation, R&D and improvement, technical data above mentioned may be of modification accordingly. LONGi have the sole right to make such modification at anytime without further notice; Demanding party shall request for the latest datasheet for such as contract need, and make it a consisting and binding part of lawful documentation duly signed by both parties.

20200401V11

LR4-72HPH 425~455M

Design (mm)



Mechanical Parameters

Cell Orientation: 144 (6×24)
 Junction Box: IP68, three diodes
 Output Cable: 4mm², 300mm in length,
 length can be customized
 Glass: Single glass
 3.2mm coated tempered glass
 Frame: Anodized aluminum alloy frame
 Weight: 23.5kg
 Dimension: 2094×1038×35mm
 Packaging: 30pcs per pallet
 150pcs per 20'GP
 660pcs per 40'HC

Operating Parameters

Operational Temperature: -40°C ~ +85°C
 Power Output Tolerance: 0 ~ +5 W
 Voc and Isc Tolerance: ±3%
 Maximum System Voltage: DC1500V (IEC/UL)
 Maximum Series Fuse Rating: 20A
 Nominal Operating Cell Temperature: 45±2°C
 Safety Class: Class II
 Fire Rating: UL type 1 or 2

Electrical Characteristics

Test uncertainty for P_{max}: ±3%

Model Number	LR4-72HPH-425M LR4-72HPH-430M LR4-72HPH-435M LR4-72HPH-440M LR4-72HPH-445M LR4-72HPH-450M LR4-72HPH-455M													
Testing Condition	STC	NOCT	STC	NOCT	STC	NOCT	STC	NOCT	STC	NOCT	STC	NOCT	STC	NOCT
Maximum Power (P _{max} /W)	425	317.4	430	321.1	435	324.9	440	328.6	445	332.3	450	336.1	455	339.8
Open Circuit Voltage (V _{oc} /V)	48.3	45.3	48.5	45.5	48.7	45.7	48.9	45.8	49.1	46.0	49.3	46.2	49.5	46.4
Short Circuit Current (I _{sc} /A)	11.23	9.08	11.31	9.15	11.39	9.21	11.46	9.27	11.53	9.33	11.60	9.38	11.66	9.43
Voltage at Maximum Power (V _{mp} /V)	40.5	37.7	40.7	37.9	40.9	38.1	41.1	38.3	41.3	38.5	41.5	38.6	41.7	38.8
Current at Maximum Power (I _{mp} /A)	10.50	8.42	10.57	8.47	10.64	8.53	10.71	8.59	10.78	8.64	10.85	8.70	10.92	8.75
Module Efficiency(%)	19.6		19.8		20.0		20.2		20.5		20.7		20.9	

STC (Standard Testing Conditions): Irradiance 1000W/m², Cell Temperature 25°C, Spectra at AM1.5

NOCT (Nominal Operating Cell Temperature): Irradiance 800W/m², Ambient Temperature 20°C, Spectra at AM1.5, Wind at 1m/s

Temperature Ratings (STC)

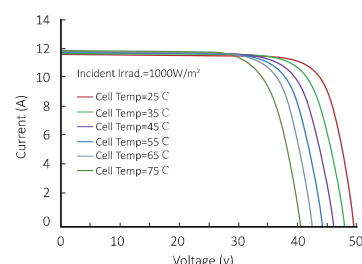
Temperature Coefficient of I_{sc}: +0.048%/°C
 Temperature Coefficient of V_{oc}: -0.270%/°C
 Temperature Coefficient of P_{max}: -0.350%/°C

Mechanical Loading

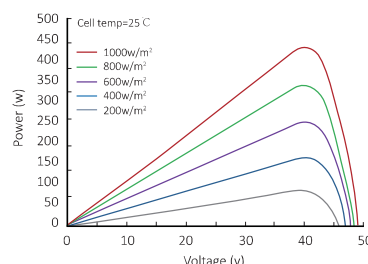
Front Side Maximum Static Loading: 5400Pa
 Rear Side Maximum Static Loading: 2400Pa
 Hailstone Test: 25mm Hailstone at the speed of 23m/s

I-V Curve

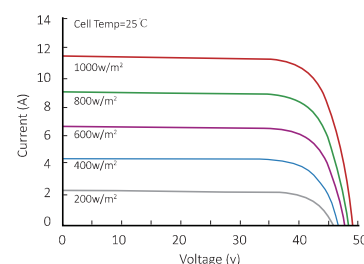
Current-Voltage Curve (LR4-72HPH-440M)



Power-Voltage Curve (LR4-72HPH-440M)



Current-Voltage Curve (LR4-72HPH-440M)



LONGi

Room 801, Tower 3, Lujiazui Financial Plaza, No.826 Century Avenue, Pudong Shanghai, 200120, China
 Tel: +86-21-80162606 E-mail: module@longi-silicon.com Facebook: www.facebook.com/LONGi Solar

Note: Due to continuous technical innovation, R&D and improvement, technical data above mentioned may be of modification accordingly. LONGi have the sole right to make such modification at anytime without further notice; Demanding party shall request for the latest datasheet for such as contract need, and make it a consisting and binding part of lawful documentation duly signed by both parties.

ET Series

15-30kW | Three Phase |
Up to 3 MPPTs | Hybrid Inverter (HV)

GoodWe ET 15-30kW Series inverter is ideal for large residential or small commercial and industrial applications. As the core of the energy storage solution, the high-voltage inverters facilitate powerful energy backup and load management for optimized autonomy and reduced energy cost. The ET inverters also present peak shaving that balances power demand and grid power imported, to effectively reduce extra grid demand. Furthermore, thanks to dry contact in the inverter, external loads such as heat pumps can also be flexibly activated to optimize energy consumption. The series can be combined with a range of battery capacities and brands, including the GoodWe Lynx Home F.



Smart Control & Monitoring

- Integrated dry contact for external loads
- Peak shaving



Friendly & Thoughtful Design

- Elegant and compact design
- Plug & Play installations



Superb Safety & Reliability

- Type II SPD on DC side
- AFCI optional¹



Flexible & Adaptable Applications

- Max. 15A DC input current per string
- Up to 150% DC input oversizing

¹: Optional functions or devices are purchased separately.

Technical Data	GW15K-ET	GW20K-ET	GW25K-ET	GW29.9K-ET	GW30K-ET
Battery Input Data					
Battery Type			Li-Ion		
Nominal Battery Voltage (V)			500		
Battery voltage range (V)			200 ~ 800		
Max. Continuous Charging Current (A)	50	50	50 × 2	50 × 2	50 × 2
Max. Continuous Discharging Current (A)	50	50	50 × 2	50 × 2	50 × 2
Max. Charging Power (W)	15000	20000	12500 × 2	15000 × 2	15000 × 2
Max. Discharging Power (W)	15000	20000	12500 × 2	15000 × 2	15000 × 2
PV String Input Data					
Max. Input Power (W) ^{*1}	22500	30000	37500	45000	45000
Max. Input Voltage (V) ^{*2}			1000		
MPPT Operating Voltage Range (V)			200 ~ 850		
Start-up Voltage (V)			200		
Nominal Input Voltage (V)			620		
Max. Input Current per MPPT (A)			30		
Max. Short Circuit Current per MPPT (A)			38		
Number of MPP Trackers	2		3	3	3
Number of Strings per MPPT	2 / 2	2 / 2	2 / 2 / 2	2 / 2 / 2	2 / 2 / 2
AC Output Data (On-grid)					
Nominal Apparent Power Output to Utility Grid (VA)	15000	20000	25000	29900	30000
Max. Apparent Power Output to Utility Grid (VA)	16500	22000	27500	29900	33000
Max. Apparent Power from Utility Grid (VA)	22500	30000	33000	33000	33000
Nominal Output Voltage (V)			380 / 400, 3L / N / PE		
Nominal AC Grid Frequency (Hz)			50 / 60		
Max. AC Current Output to Utility Grid (A)	25.0	33.3	41.7	49.8	50.0
Max. AC Current From Utility Grid (A)	34.0	45.0	50.0	50.0	50.0
Power Factor			~1 (Adjustable from 0.8 leading to 0.8 lagging)		
Max. Total Harmonic Distortion			<3%		
AC Output Data (Back-up)					
Back-up Nominal Apparent Power (VA)	15000	20000	25000	29900	30000
Max. Output Apparent Power (VA) ^{*3}	15000 (24000@3s)	20000 (32000@3s)	25000 (30000@60s)	30000 (36000@60s)	30000 (36000@60s)
Max. Output Current (A)	22.7 (36@3s)	30.3 (48.5@3s)	37.9 (45.5@60s)	45.5 (54.5@60s)	45.5 (54.5@60s)
Nominal Output Voltage (V)			380 / 400		
Nominal Output Frequency (Hz)			50 / 60		
Output THDv (@Linear Load)			<3%		
Efficiency					
Max. Efficiency			98.0%		
European Efficiency			97.5%		
Max. Battery to AC Efficiency			97.5%		
MPPT Efficiency			99.9%		
Protection					
PV String Current Monitoring			Integrated		
PV Insulation Resistance Detection			Integrated		
Residual Current Monitoring			Integrated		
PV Reverse Polarity Protection			Integrated		
Battery Reverse Polarity Protection			Integrated		
Anti-islanding Protection			Integrated		
AC Overcurrent Protection			Integrated		
AC Short Circuit Protection			Integrated		
AC Overvoltage Protection			Integrated		
DC Switch ^{*4}			Integrated		
DC Surge Protection			Type II		
AC Surge Protection			Type III		
AFCI			Optional		
Rapid Shutdown			Optional		
Remote Shutdown			Integrated		
General Data					
Operating Temperature Range (°C)			-35 ~ +60		
Relative Humidity			0 ~ 95%		
Max. Operating Altitude (m)			4000		
Cooling Method			Smart Fan Cooling		
User Interface			LED, WLAN + APP		
Communication with BMS			RS485 / CAN		
Communication with Meter			RS485		
Communication with Portal			WiFi / 4G		
Weight (kg)	48	48	54	54	54
Dimension (W × H × D mm)			520 × 660 × 220		
Noise Emission (dB)	<45	<45	<45	<60	<60
Topology			Non-isolated		
Self-consumption at Night (W) ^{*5}			<15		
Ingress Protection Rating			IP66		
Mounting Method			Wall Mounted		

1: Max. Input Power, not continuous for 1.5 normal power.

*2: For 1000V system, Maximum operating voltage is 950V.

*3: Can be reached only if PV and battery power is enough.

*4: DC Switch: GHX6-55P (for Australia).

*5: No Back-up Output.

*6: For 400V grid, the Nominal Output Current is 21.7A for GW15K-ET, 29.0A for GW20K-ET, 36.2A for GW25K-ET, 43.3A for GW29K9-ET, 43.5A for GW30K-ET.

*: Please visit GoodWe website for the latest certificates.

*: All pictures shown are for reference only. Actual appearance may vary.



| Connecting Strength

K2 Base Report

MŠ Ůholičky

Planned date of installation	12/29/2023
Project address	Ůholičky, Na Habří, 252 64 Ůholičky, Czechia
Customer	obec Ůholičky
Author	Branislav Hrdý
Issue date & version	02/19/2023 K2 Base Version 3.1.65.1

About us

K2 Systems. Innovative mounting system from a strong team.

Since 2004 we have been developing pioneering and highly functional mounting system solutions for photovoltaic installations around the world. Our systems are designed in our own product development department where we continually optimize and adapt mounting systems to the ever-changing market.

A knowledgeable and friendly team

Just like a mountain climbing team, K2 Systems is built on mutual trust. This applies to our customer service as well as within the company itself, because we believe a trusting partnership leads to successful photovoltaic projects.

Our employees place total focus on the needs and wishes of our customer. This is true in all company departments.

10 locations and worldwide sales network

In our international team, everyone works together to provide customers with competent, comprehensive and entirely personalized service.

This is especially true in the constant training our employees undergo with regards to product optimization, quality assurance, or innovations in construction techniques.

Quality management and certificates

K2 Systems stands for Connecting Strength, the highest quality, and precision-crafted and customized components. Our customers and business partners deeply appreciate all of these factors. Three independent authorities have tested, confirmed, and certified our skills and components. External authorities are not the only ones to have put K2 Systems to the test. Our internal quality control ensures that all our products are subject to a constant review process.

These measures all ensure the outstanding quality standards that exemplify products from K2 Systems, and which we maintain through largely exclusive "Made in Germany" or "Made in Europe" practices.



Product guarantee

K2 Systems offers a 12-year product warranty on all products in its integrated range. The use of high quality materials and a three-level quality inspection ensure these standards.

In a nutshell

As roof-top specialists, we offer effective and economical solutions for roofs all around the world and provide professional, fast and reliable support for our customers in the solar industry.



Contents

Project overview	4
Roof 1	6
Results	9
Structural analysis report	11
Bill of material	16
Roof 2	17
Results	20
Structural analysis report	22
Bill of material	27
Roof 3	28
Results	31
Structural analysis report	33
Bill of material	38
Bill of material	39



Project overview

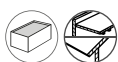
Project information

Name	MŠ Ůholičky
Address	Ůholičky, Na Habří, 252 64 Ůholičky, Czechia
Ground level	299.14 m
Planned date of installation	12/29/2023
Customer	obec Ůholičky
Contact person	Michal Stára
Author	Branislav Hrdý

Load settings

Design method	CZ EN
Failure consequence class	CC1
Design working life	25 years
Terrain category	III - Villages, suburbs, woodlands
Wind load zone	2
Snow load zone	2
Snow load on ground level	0.70 kN/m ²

Roofs

Roof	System	Module	Power	Quantity	Total power
Roof 1 	S-Dome 6.10 Xpress	LR4-72HBD-450M	450 Wp	30	13.5 kWp
Roof 2 	S-Dome 6.10 Xpress	LR4-72HBD-450M	450 Wp	30	13.5 kWp
Roof 3 	S-Dome 6.10 Xpress	LR4-72HBD-450M	450 Wp	36	16.2 kWp
Total				96	43.20 kWp



THE PROJECT IS VERIFIED.

The selected mounting system can be installed as planned.
Thank you for choosing a K2 mounting system.

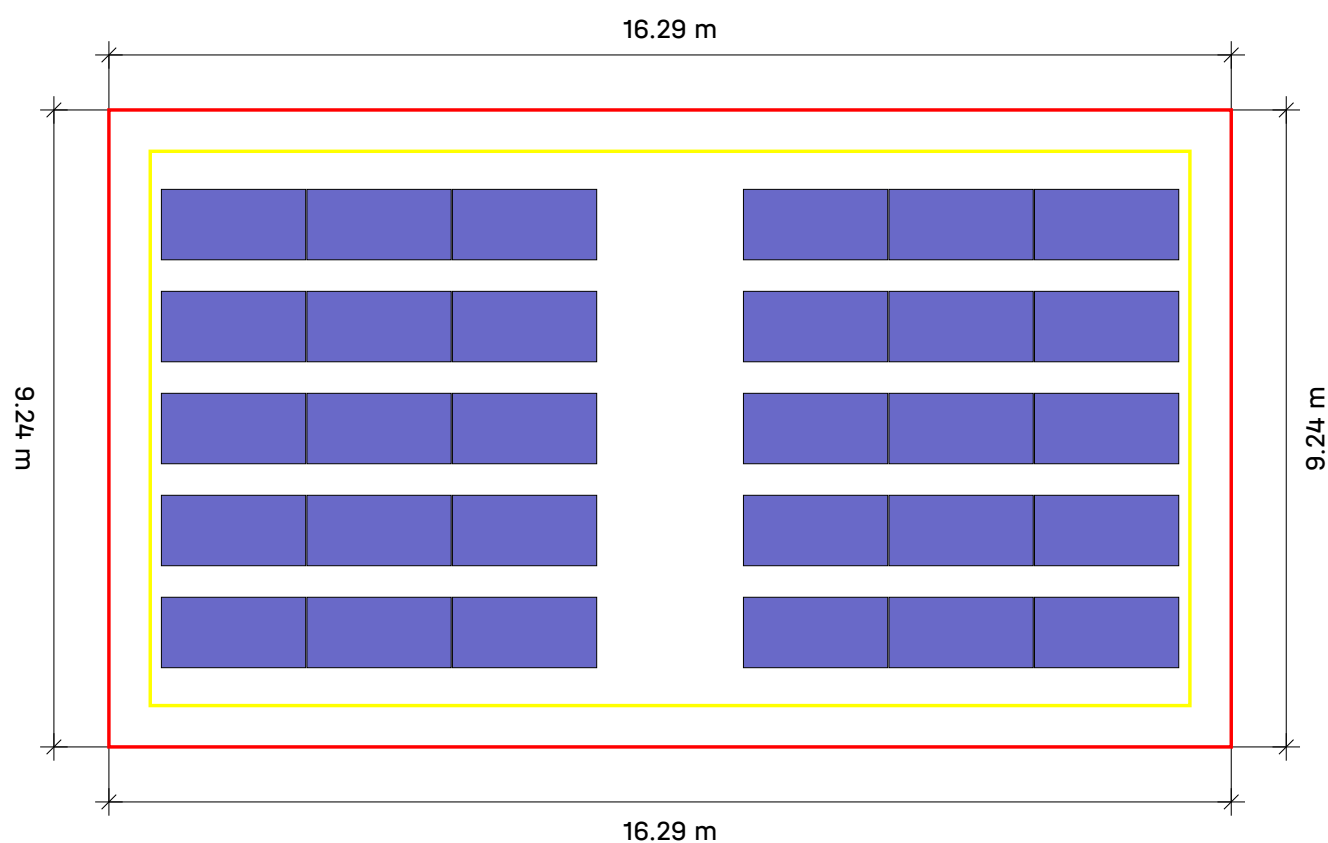
Roofs



Project information

Name	MŠ Ůholičky
Address	Ůholičky, Na Habřĩ, 252 64 Ůholičky, Czechia
Ground level	299.14 m
Planned date of installation	12/29/2023
Customer	obec Ůholičky
Contact person	Michal Střara
Author	Branislav Hrdĩ

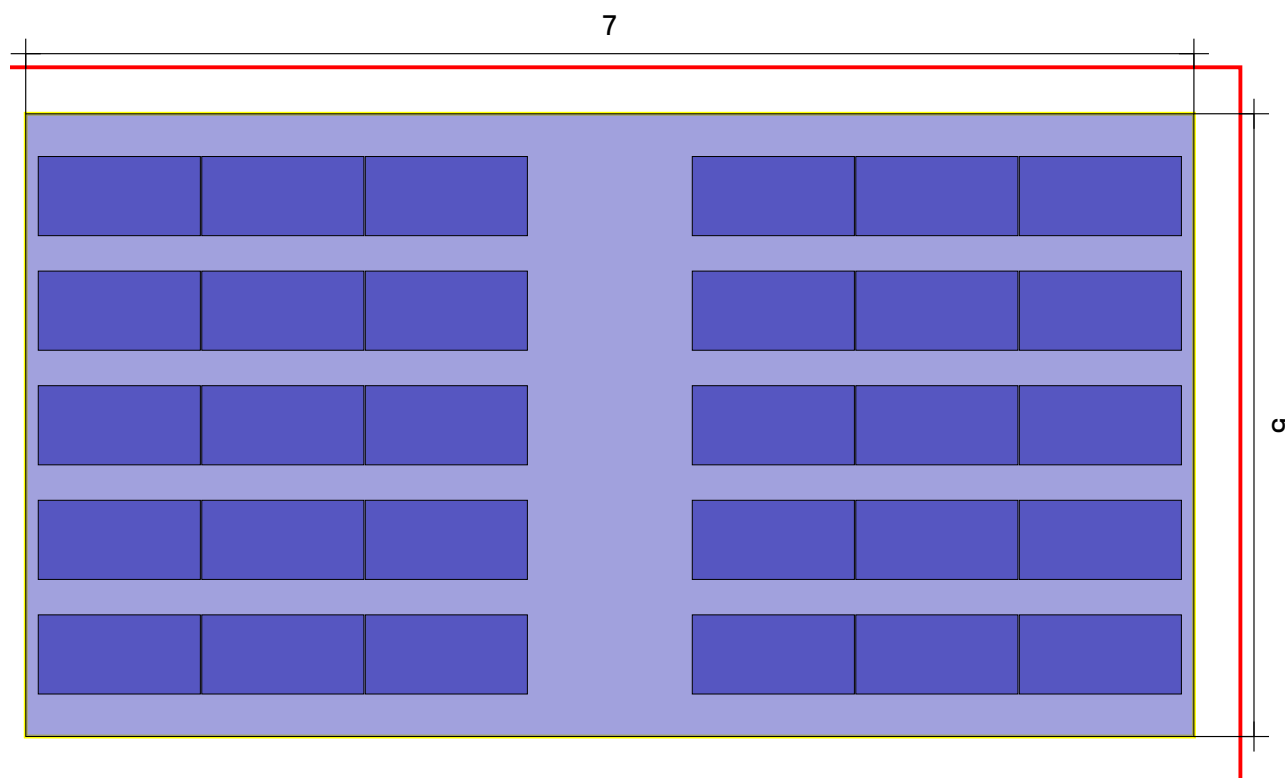
Roofs | Roof 1



Roof	System	Module	Power	Quantity	Total power
Roof 1	S-Dome 6.10 Xpress	LR4-72HBD-450M	450 Wp	30	13.5 kWp



Roofs | Roof 1 | Module array 1



Roof ① Module array ①

Mounting System

[S-Dome 6.10 Xpress](#)

Module

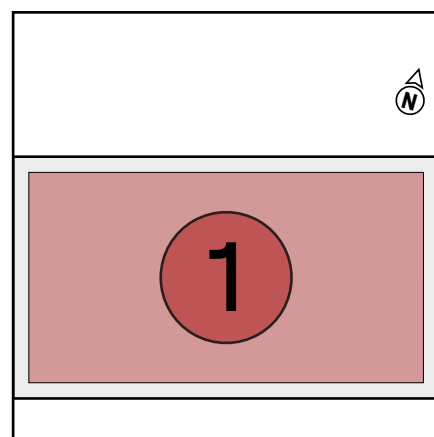
30(13.5 kWp) x
LR4-72HBD-450M

Row spacing

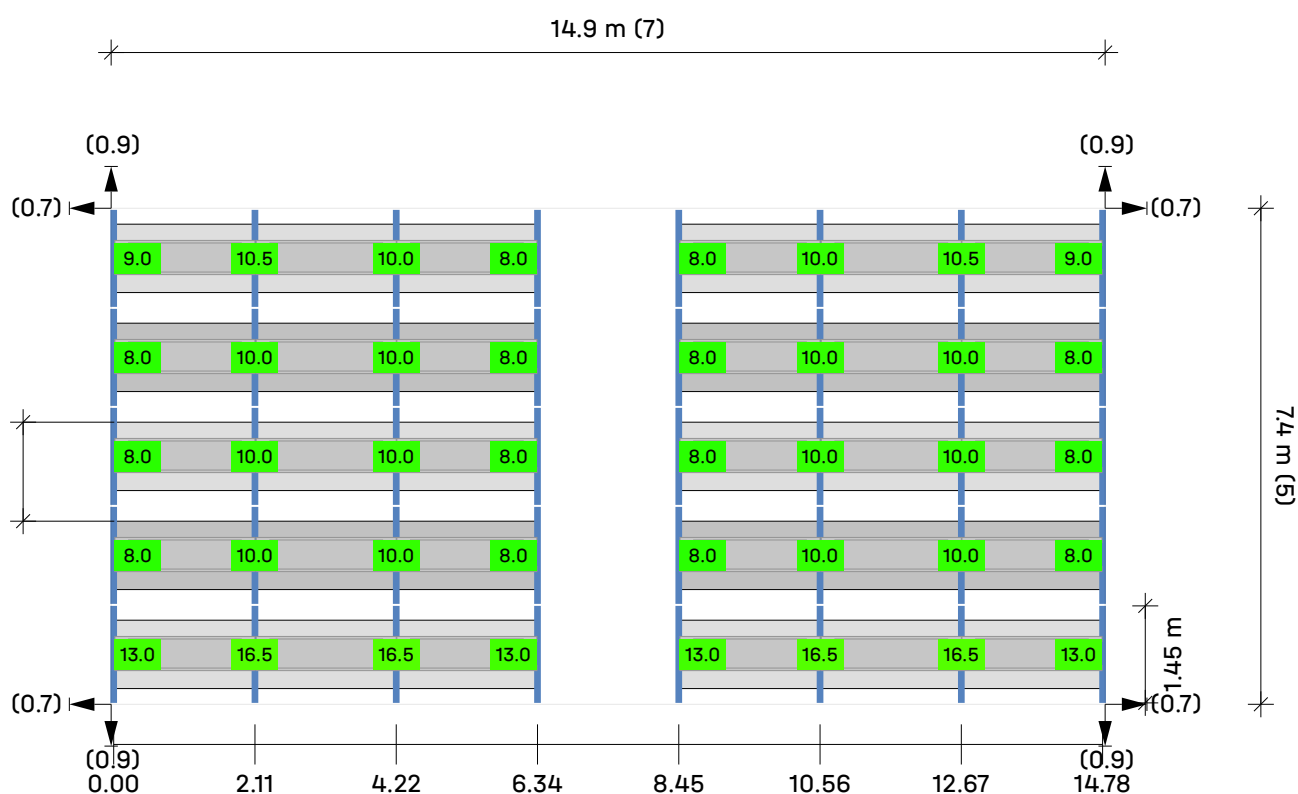
1.48 m

service corridor

0.46 m



Roofs | Roof 1 | Module array 1 | Module blocks

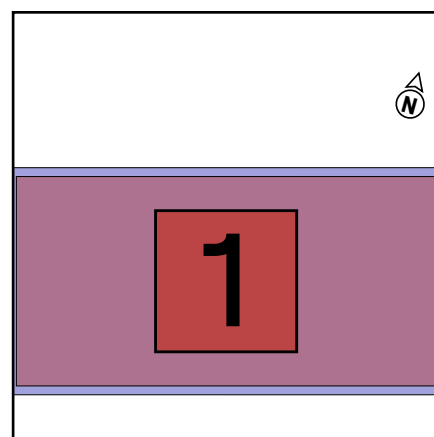


Roof **1** Module array **1** Module block **1**

Modules $(7 \times 5) - 5 = 30$

Legend

- Mounting rail
- Row distance [m]
- Distance to Roof Edge [m]
- Ballast in kilogram (kg)
- Porter Ballast



Results | Roof 1

Roof	System	Module	Power	Quantity	Total power
Roof 1  	S-Dome 6.10 Xpress	LR4-72HBD-450M	450 Wp	30	13.5 kWp

Module

Name	LR4-72HBD-450M
Manufacturer	Longi Solar
Output power	450 Wp
Dimensions	2,094×1,038×35 mm
Weight	27.5 kg

Module clamps

module clamp	MiniClamp MC Set 30-50
end clamp	MiniClamp EC Set 30-50

Ballast capacity

Speed Porter	40.0 kg
Porter	108.0 kg

Verification system utilization

Type	pressure	suction
Verification system utilization	24.67%	25.20%
Loads on modules (ultimate state)	1.31 kN/m ²	-0.61 kN/m ²
Loads on modules (serviceability)	0.99 kN/m ²	-0.41 kN/m ²

Specific loads

module block	Number of modules	Ballast [kg]	Dead weight [kg]	Dead Load [kN/m ²]	Dead load (roof surface area) [kN/m ²]
Block 1	30	409.0	1,357.00	0.14	
Total	30	409.0	1,357.00		0.09

Notes

- The proof of position safety and load capacity of the system are carried out by checking the load cases lifting and shifting by wind and by further static calculations.
- You will find a short version of the wind tunnel report and a certificate for the further static calculations on our homepage.
- The design rules correspond to the basics of structural design: ČSN EN 1990: 2021.



Results | Roof 1

- The snow loads are determined in accordance with ČSN EN 1991-1-3: 2017.
- The wind loads are determined in accordance with ČSN EN 1991-1-4: 2013.
- Service life is recognised according to 'Eurocode EN 1991 - Action on structures, Snow loads' and 'Eurocode EN 1991 - Actions on structures, Wind actions'. Subject to the Building Regulations and for security-relevant reasons the installation has to be dismantled at the end of its service life.
- Failure consequence class is considered according to 'Eurocode EN 1990 - Basis of structural design'.
- Data and results must be verified with regard to local conditions and checked by a suitably qualified person. Please see our TCU under <https://k2-systems.com/en/base-tcu> , in particular § 2 ("technical and specialist requirements for the customer"), § 7 ("warranty provisions") and § 8 ("limitation of liability").



Structural analysis report | Roof 1

General information

Name	MŠ Ůholičky
Mounting System	S-Dome 6.10 Xpress
Author	Branislav Hrdý

Location information

Address	Ůholičky, Na Habří, 252 64 Ůholičky, Czechia
Ground level	299.14 m

Roof information

Building height	5.00 m
Roof type	Flat roof
Fastening method	with Ballast
Roof covering	Flat
min. roof edge distance	0.60 m
Parapet wall height	0.50 m
Material	Membrane
Friction coefficient	0.5

To ensure proper ballast calculation, coefficient of friction to be verified by Designer or Installer. Refer to the technical information section of website for values on common roof types.

Loads

Design method	CZ EN
Failure consequence class	CC1
Design working life	25 years
Terrain category	III - Villages, suburbs, woodlands

Wind load

Wind load zone	2
Velocity pressure	$q_{p,50} = 0.500 \text{ kN/m}^2$
Adjustment factor for service life	$f_w = 0.921$
Velocity pressure	$q_{p,25} = 0.461 \text{ kN/m}^2$



Structural analysis report | Roof 1

Snow load

Environment	Open area
Snow guard	No
Snow load on ground level	$s_k = 0.700 \text{ kN/m}^2$
Shape Coefficient for Snow	$\mu_i = 0.800$
Factor for roof pitch	$d_i = 0.000$
Snow load on roof	$s_{i,50} = 0.000 \text{ kN/m}^2$
Adjustment factor for service life	$f_s = 0.929$
Snow load on roof	$s_{i,25} = 0.416 \text{ kN/m}^2$

Dead Load

Weight module	$G_M = 27.5 \text{ kg}$
Weight mounting system per module area	$= 4.1 \text{ kg}$
Module area	$A_M = 2.17 \text{ m}^2$
Dead weight module	$= 12.65 \text{ kg/m}^2$
Dead weight mounting system	$= 1.89 \text{ kg/m}^2$
Total Dead Weight (excl. ballast)	$= 0.14 \text{ kN/m}^2$

Load Combinations

Load-bearing capacity

Partial safety factor unfavorable permanent load	$\gamma_{G,sup} = 1.35$
Partial safety factor favorable permanent load	$\gamma_{G,inf} = 1.00$
Partial safety factor destabilising permanent load	$\gamma_{G,dst} = 1.10$
Partial safety factor stabilising permanent load	$\gamma_{G,stb} = 0.90$
Partial safety factor first variable load	$\gamma_Q = 1.50$
Partial safety factor variable loads	$\gamma_Q = 1.50$
Combination coefficient with regards to wind	$\psi_{0,W} = 0.60$
Combination coefficient with regards to wind (additional varying influences)	$\psi_{1,W} = 0.20$
Combination coefficient with regards to Snow	$\psi_{0,S} = 0.50$
Importance factor permanent	$\kappa_{Fl,G} = 0.90$
Importance factor variable	$\kappa_{Fl,Q} = 0.85$

Load case combination 01	$E_d = \gamma_{G,sup} * \kappa_{Fl,G} * G_k + \gamma_Q * \kappa_{Fl,Q} * S_{i,n}$
Load case combination 02	$E_d = \gamma_{G,sup} * \kappa_{Fl,G} * G_k + \gamma_Q * \kappa_{Fl,Q} * W_{k,Pressure}$
Load case combination 03	$E_d = \gamma_{G,sup} * \kappa_{Fl,G} * G_k + \gamma_Q * \kappa_{Fl,Q} * (W_{k,Pressure} + \psi_{0,S} * S_{i,n})$
Load case combination 04	$E_d = \gamma_{G,sup} * \kappa_{Fl,G} * G_k + \gamma_Q * \kappa_{Fl,Q} * (S_{i,n} + \psi_{0,W} * W_{k,Pressure})$
Load case combination 06	$E_d = \gamma_{G,inf} * G_k + \gamma_Q * \kappa_{Fl,Q} * W_{k,Uplift}$

Structural analysis report | Roof 1

Position safety

Uplift Verification	$E_d = \gamma_{G, stb} * G_k + \gamma_Q * K_{FI, Q} * W_{k, n, Uplift}$
Displacement verification	$E_d = \gamma_{G, stb} * G_k + \gamma_Q * K_{FI, Q} * W_{k, n, Displacement}$

Usability

Combination coefficient with regards to wind	$\psi_{0, w} = 0.60$
--	----------------------

Combination coefficient with regards to Snow	$\psi_{0, s} = 0.50$
--	----------------------

Load case combination 01	$E_d = G_k + S_{i, n}$
Load case combination 02	$E_d = G_k + W_{k, Pressure}$
Load case combination 03	$E_d = G_k + W_{k, Pressure} + \psi_{0, s} * S_{i, n}$
Load case combination 04	$E_d = G_k + S_{i, n} + \psi_{0, w} * W_{k, Pressure}$
Load case combination 06	$E_d = G_k + W_{k, Uplift}$

Max. Pressure on insulation

General information

dead load system	$g_{System} = 0.14 \text{ kN/m}^2$
aerodynamic coefficient	$c_{p, Pressure} = 0.20$

Load distribution underneath the building protection mat under Peak (45°)

Dimensions	$75.3 \times 380.0 \times 23.1 \text{ mm}$
	$A_{eff} = 28,614.00 \text{ mm}^2$
	$A_{load \text{ range area}} = 1.09 \text{ m}^2$
maximum ballast	$G_{ballast \text{ required}} = 10.9 \text{ kg}$

Load distribution underneath the building protection mat under SD (45°)

Dimensions	$75.3 \times 380.0 \times 23.1 \text{ mm}$
	$A_{eff} = 28,614.00 \text{ mm}^2$
	$A_{load \text{ range area}} = 1.09 \text{ m}^2$
maximum ballast	$G_{ballast \text{ required}} = 5.6 \text{ kg}$

Structural analysis report | Roof 1

Load Combinations

	$\sigma_{\text{Ek,heat insulation,S6}_10}$ [Pa]	$\sigma_{\text{Ek,heat insulation,SD}}$ [Pa]
Load case combination 00	9,147	7,338
Load case combination 01	28,606	26,797
Load case combination 02	12,648	10,838
Load case combination 03	22,377	20,568
Load case combination 04	30,706	28,897

Effects from dead loads (PV system + ballast)

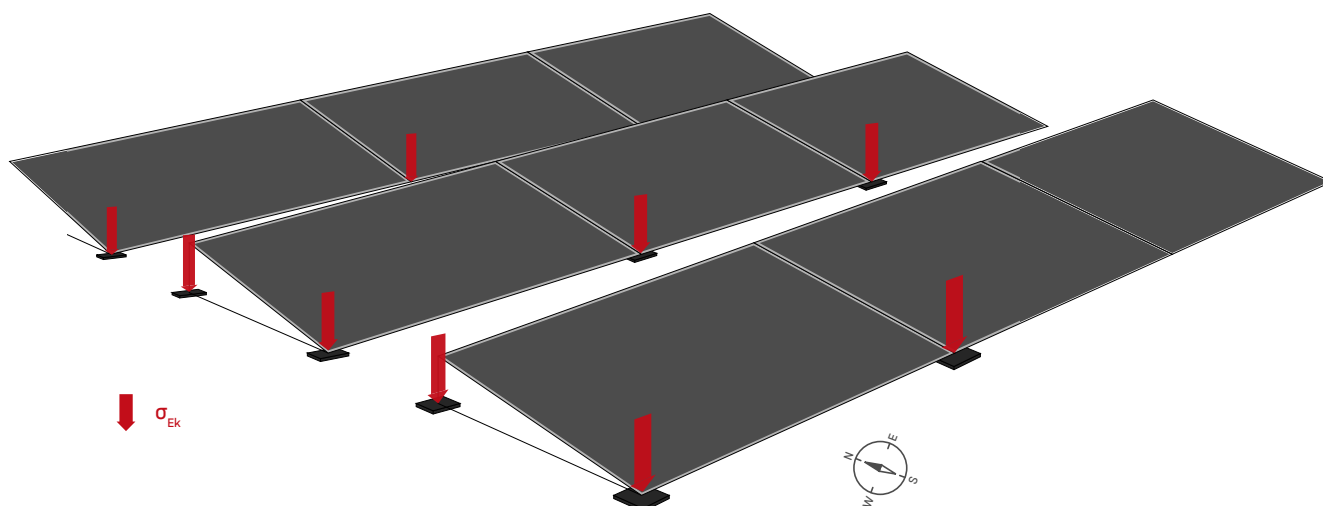
$$\sigma_{\text{Ek,heat insulation,S6}_10} \quad \sigma_{\text{Ek}} = 9,147 \text{ Pa}$$

$$\sigma_{\text{Ek,heat insulation,SD}} \quad \sigma_{\text{Ek}} = 7,338 \text{ Pa}$$

Maximum actions (sum of dead loads and the maximum variable actions from wind and snow)

$$\sigma_{\text{Ek,heat insulation,S6}_10} \quad \max \sigma_{\text{Ek}} = 30,706 \text{ Pa}$$

$$\sigma_{\text{Ek,heat insulation,SD}} \quad \max \sigma_{\text{Ek}} = 28,897 \text{ Pa}$$



Structural analysis report | Roof 1

H-V-loads

According to wind tunnel report by I.F.I. Institut für Industrieaerodynamik GmbH

General information

Number of modules in the middle area	0
Number of modules in the edge area	30
Total number of modules	30
Roof areas covered with modules	A = ca. 93.77 m ²
Dead Load	$g_{k, \text{System incl. ballast}}$ = 0.14 kN/m ²

Aerodynamic coefficients

	$C_{p, \text{Pressure}}$ = according to EN 1991-1-4
	$C_{F, x, \text{average}}$ = 0.01
	$C_{F, y, \text{averaged}}$ = -0.03
edge distance correction	$k_{s, xy}$ = 1.00
Parapet wall- correction coefficient	k_p = 1.09
Factor building height	= 1.00

Horizontal pressure

$$W_{k, F, x} = 0.004 \text{ kN/m}^2$$

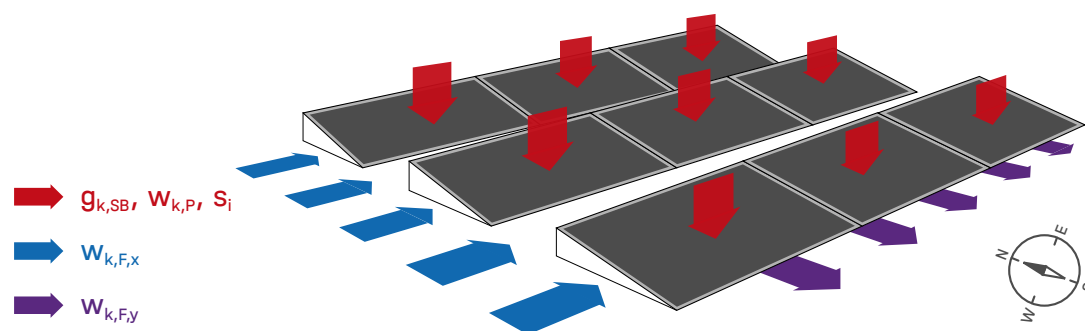
$$W_{k, F, y} = 0.036 \text{ kN/m}^2$$

Vertical pressure

$$g_{k, \text{System incl. ballast}} = 0.14 \text{ kN/m}^2$$

$$W_{k, \text{Pressure}} - \text{according to EN 1991-1-4}$$

$$S_i - \text{according to EN 1991-1-3}$$



Comment:

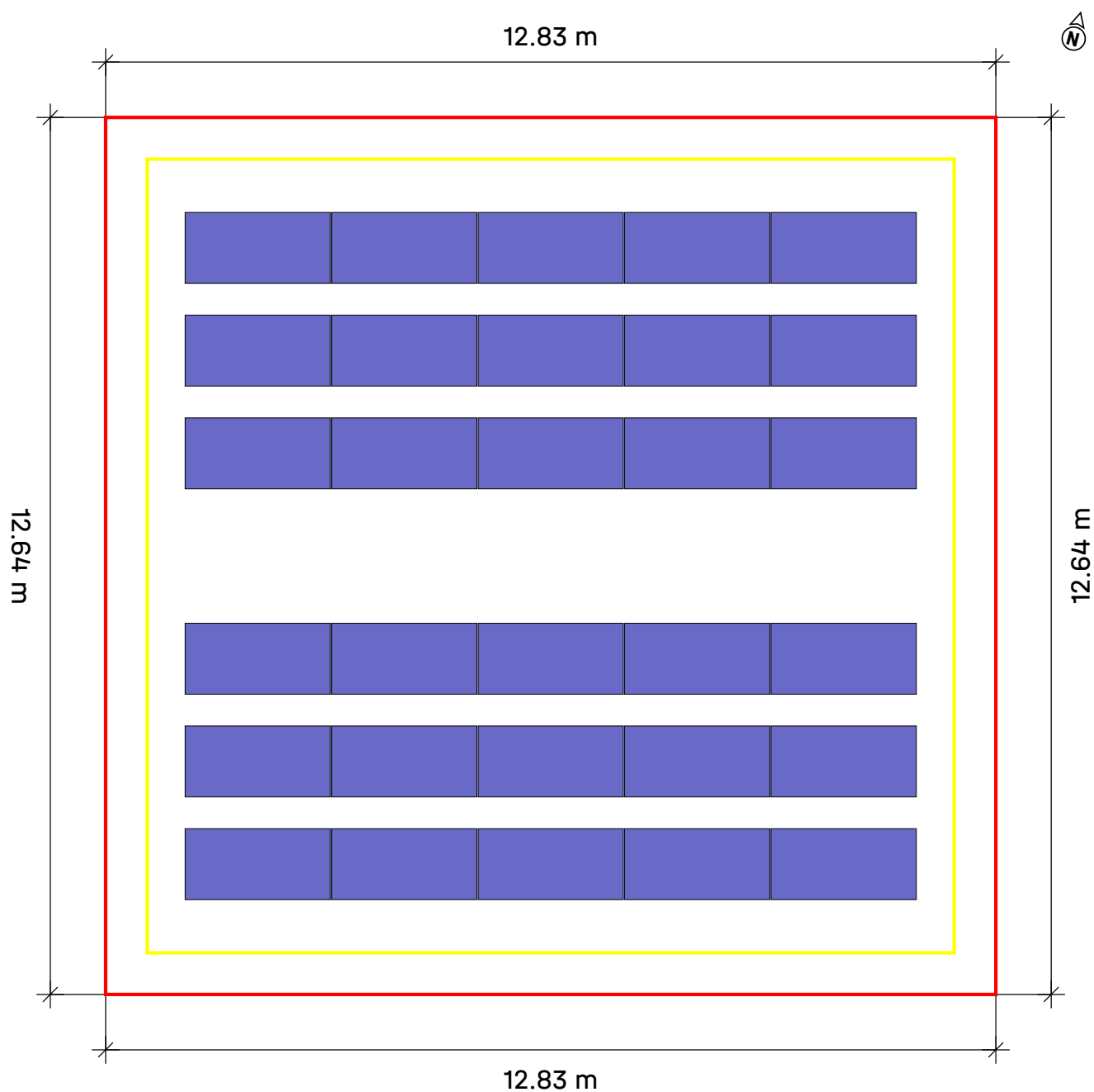
Flat roof vertical wind loads are essentially determined by its displacement effect and remain unchanged even with a flat pv structure. We advise using the aerodynamic coefficients according to DIN EN 1991-1-4 to calculate flat roofs.



Roofs | Roof 1 | Bill of material

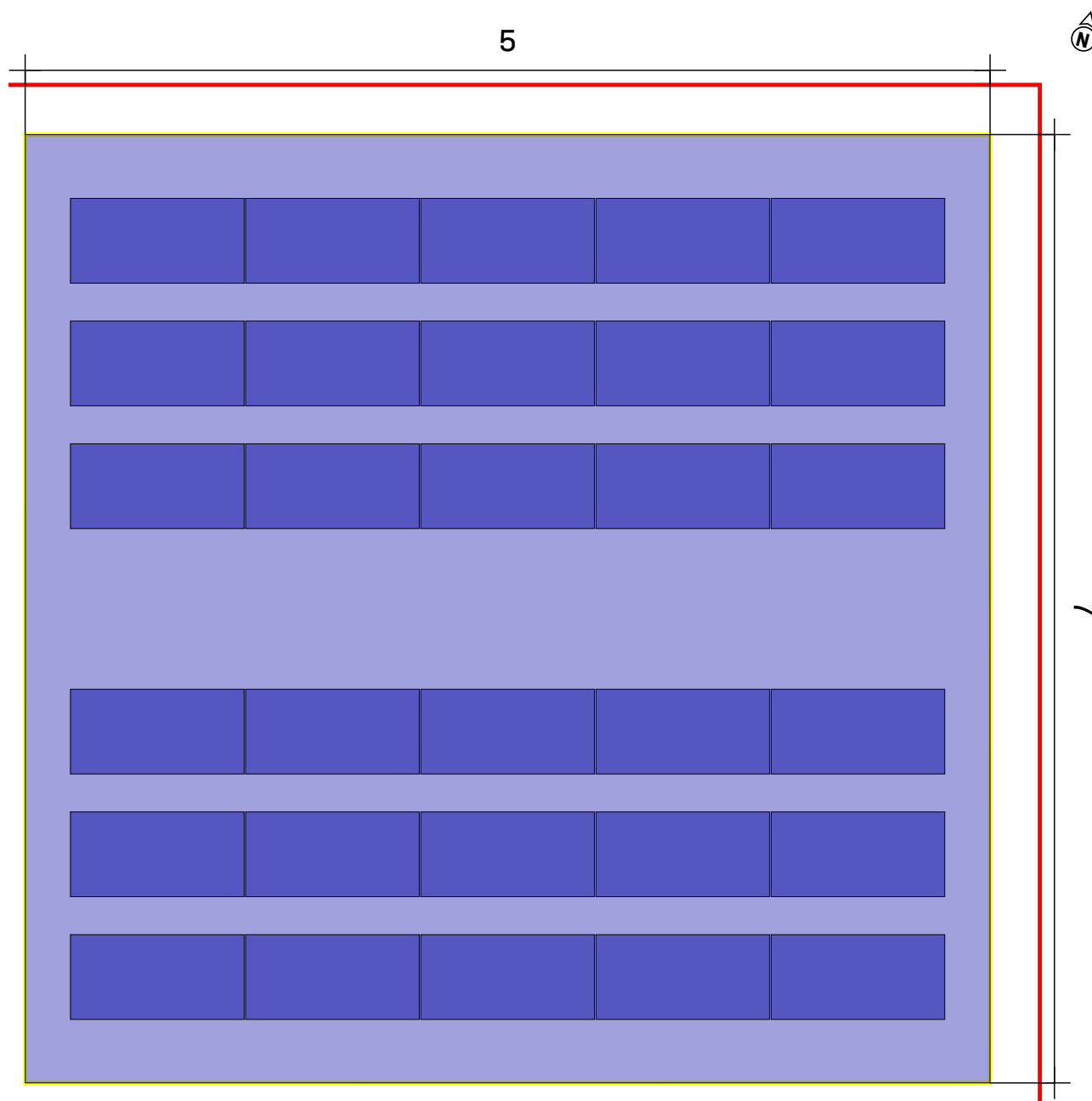
Position	Item no.	Item description	Quantity	Weight
1	2003247	S-Dome 6.10 Base Set	40	79.5 kg
2	2004125	Dome 6.10 Peak	40	12.0 kg
3	2004123	Dome 6 Connector 195 Set	32	6.9 kg
4	2003250	S-Dome 6.10 Windbreaker long	30	64.4 kg
5	2003427	Thread-forming metal screw 4,8×20	80	0.3 kg
6	2002870	K2 Solar Cable Manager	30	0.1 kg
7	2002558	MiniClamp MC Set 30-50	40	2.3 kg
8	2002559	MiniClamp EC Set 30-50	40	2.6 kg
9	2002300	Dome SpeedPorter	80	6.1 kg
Total				174.2 kg

Roofs | Roof 2



Roof	System	Module	Power	Quantity	Total power
Roof 2	S-Dome 6.10 Xpress	LR4-72HBD-450M	450 Wp	30	13.5 kWp

Roofs | Roof 2 | Module array 1



Roof ② Module array ①

Mounting System

[S-Dome 6.10 Xpress](#)

Module

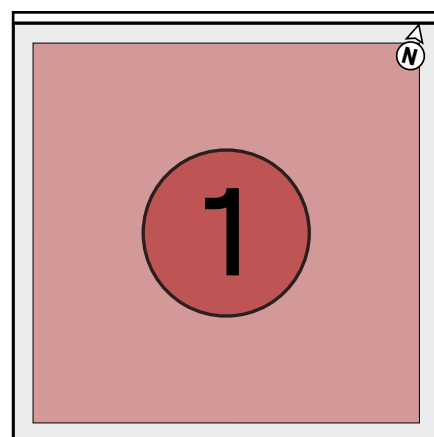
30(13.5 kWp) x
LR4-72HBD-450M

Row spacing

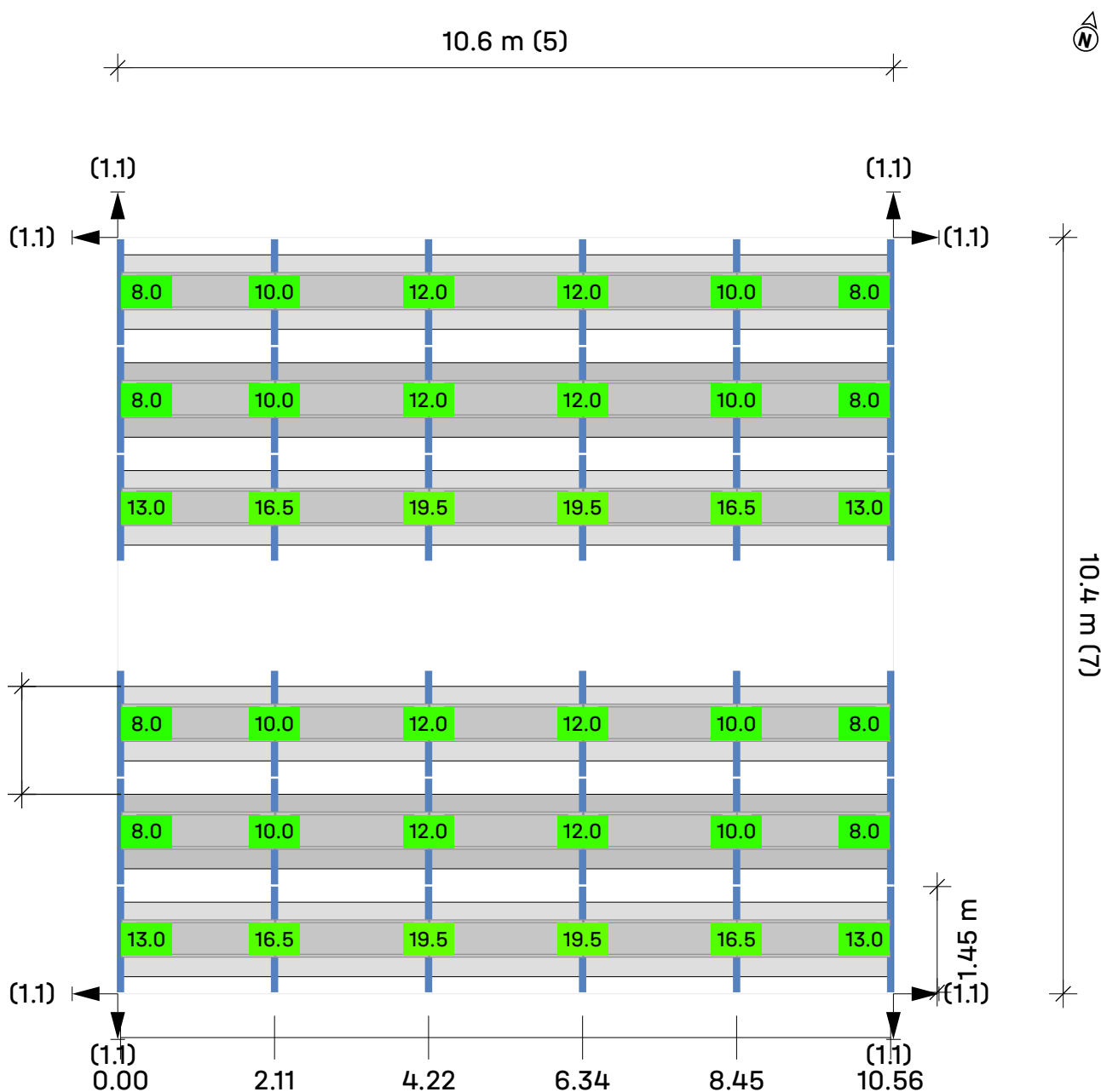
1.48 m

service corridor

0.46 m



Roofs | Roof 2 | Module array 1 | Module blocks

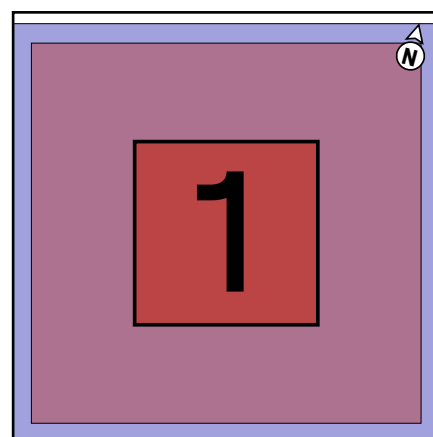


Roof ② Module array ① Module block 1

Modules (5 × 7) - 5 = 30

Legend

- Mounting rail
- Row distance [m]
- Distance to Roof Edge [m]
- 25 Ballast in kilogram (kg)
- Porter Ballast



Results | Roof 2

Roof	System	Module	Power	Quantity	Total power
Roof 2  	S-Dome 6.10 Xpress	LR4-72HBD-450M	450 Wp	30	13.5 kWp

Module

Name	LR4-72HBD-450M
Manufacturer	Longi Solar
Output power	450 Wp
Dimensions	2,094×1,038×35 mm
Weight	27.5 kg

Module clamps

module clamp	MiniClamp MC Set 30-50
end clamp	MiniClamp EC Set 30-50

Ballast capacity

Speed Porter	40.0 kg
Porter	108.0 kg

Verification system utilization

Type	pressure	suction
Verification system utilization	24.67%	25.20%
Loads on modules (ultimate state)	1.31 kN/m ²	-0.61 kN/m ²
Loads on modules (serviceability)	0.99 kN/m ²	-0.41 kN/m ²

Specific loads

module block	Number of modules	Ballast [kg]	Dead weight [kg]	Dead Load [kN/m ²]	Dead load (roof surface area) [kN/m ²]
Block 1	30	436.0	1,384.00	0.14	
Total	30	436.0	1,384.00		0.08

Notes

- The proof of position safety and load capacity of the system are carried out by checking the load cases lifting and shifting by wind and by further static calculations.
- You will find a short version of the wind tunnel report and a certificate for the further static calculations on our homepage.
- The design rules correspond to the basics of structural design: ČSN EN 1990: 2021.



Results | Roof 2

- The snow loads are determined in accordance with ČSN EN 1991-1-3: 2017.
- The wind loads are determined in accordance with ČSN EN 1991-1-4: 2013.
- Service life is recognised according to 'Eurocode EN 1991 - Action on structures, Snow loads' and 'Eurocode EN 1991 - Actions on structures, Wind actions'. Subject to the Building Regulations and for security-relevant reasons the installation has to be dismantled at the end of its service life.
- Failure consequence class is considered according to 'Eurocode EN 1990 - Basis of structural design'.
- Data and results must be verified with regard to local conditions and checked by a suitably qualified person. Please see our TCU under <https://k2-systems.com/en/base-tcu> , in particular § 2 ("technical and specialist requirements for the customer"), § 7 ("warranty provisions") and § 8 ("limitation of liability").



Structural analysis report | Roof 2

General information

Name	MŠ Ůholičky
Mounting System	S-Dome 6.10 Xpress
Author	Branislav Hrdý

Location information

Address	Ůholičky, Na Habří, 252 64 Ůholičky, Czechia
Ground level	299.14 m

Roof information

Building height	5.00 m
Roof type	Flat roof
Fastening method	with Ballast
Roof covering	Flat
min. roof edge distance	0.60 m
Parapet wall height	0.50 m
Material	Membrane
Friction coefficient	0.5

To ensure proper ballast calculation, coefficient of friction to be verified by Designer or Installer. Refer to the technical information section of website for values on common roof types.

Loads

Design method	CZ EN
Failure consequence class	CC1
Design working life	25 years
Terrain category	III - Villages, suburbs, woodlands

Wind load

Wind load zone	2
Velocity pressure	$q_{p,50} = 0.500 \text{ kN/m}^2$
Adjustment factor for service life	$f_w = 0.921$
Velocity pressure	$q_{p,25} = 0.461 \text{ kN/m}^2$



Structural analysis report | Roof 2

Snow load

Environment	Open area
Snow guard	No
Snow load on ground level	$s_k = 0.700 \text{ kN/m}^2$
Shape Coefficient for Snow	$\mu_i = 0.800$
Factor for roof pitch	$d_i = 0.000$
Snow load on roof	$s_{i,50} = 0.000 \text{ kN/m}^2$
Adjustment factor for service life	$f_s = 0.929$
Snow load on roof	$s_{i,25} = 0.416 \text{ kN/m}^2$

Dead Load

Weight module	$G_M = 27.5 \text{ kg}$
Weight mounting system per module area	$= 4.1 \text{ kg}$
Module area	$A_M = 2.17 \text{ m}^2$
Dead weight module	$= 12.65 \text{ kg/m}^2$
Dead weight mounting system	$= 1.89 \text{ kg/m}^2$
Total Dead Weight (excl. ballast)	$= 0.14 \text{ kN/m}^2$

Load Combinations

Load-bearing capacity

Partial safety factor unfavorable permanent load	$\gamma_{G,sup} = 1.35$
Partial safety factor favorable permanent load	$\gamma_{G,inf} = 1.00$
Partial safety factor destabilising permanent load	$\gamma_{G,dst} = 1.10$
Partial safety factor stabilising permanent load	$\gamma_{G,stb} = 0.90$
Partial safety factor first variable load	$\gamma_Q = 1.50$
Partial safety factor variable loads	$\gamma_Q = 1.50$
Combination coefficient with regards to wind	$\psi_{0,W} = 0.60$
Combination coefficient with regards to wind (additional varying influences)	$\psi_{1,W} = 0.20$
Combination coefficient with regards to Snow	$\psi_{0,S} = 0.50$
Importance factor permanent	$\kappa_{Fl,G} = 0.90$
Importance factor variable	$\kappa_{Fl,Q} = 0.85$

Load case combination 01	$E_d = \gamma_{G,sup} * \kappa_{Fl,G} * G_k + \gamma_Q * \kappa_{Fl,Q} * S_{i,n}$
Load case combination 02	$E_d = \gamma_{G,sup} * \kappa_{Fl,G} * G_k + \gamma_Q * \kappa_{Fl,Q} * W_{k,Pressure}$
Load case combination 03	$E_d = \gamma_{G,sup} * \kappa_{Fl,G} * G_k + \gamma_Q * \kappa_{Fl,Q} * (W_{k,Pressure} + \psi_{0,S} * S_{i,n})$
Load case combination 04	$E_d = \gamma_{G,sup} * \kappa_{Fl,G} * G_k + \gamma_Q * \kappa_{Fl,Q} * (S_{i,n} + \psi_{0,W} * W_{k,Pressure})$
Load case combination 06	$E_d = \gamma_{G,inf} * G_k + \gamma_Q * \kappa_{Fl,Q} * W_{k,Uplift}$

Structural analysis report | Roof 2

Position safety

Uplift Verification	$E_d = Y_{G, stb} * G_k + Y_Q * K_{FI, Q} * W_{k, n, Uplift}$
Displacement verification	$E_d = Y_{G, stb} * G_k + Y_Q * K_{FI, Q} * W_{k, n, Displacement}$

Usability

Combination coefficient with regards to wind	$\psi_{0, w} = 0.60$
Combination coefficient with regards to Snow	$\psi_{0, s} = 0.50$

Load case combination 01	$E_d = G_k + S_{i, n}$
Load case combination 02	$E_d = G_k + W_{k, Pressure}$
Load case combination 03	$E_d = G_k + W_{k, Pressure} + \psi_{0, s} * S_{i, n}$
Load case combination 04	$E_d = G_k + S_{i, n} + \psi_{0, w} * W_{k, Pressure}$
Load case combination 06	$E_d = G_k + W_{k, Uplift}$

Max. Pressure on insulation

General information

dead load system	$g_{System} = 0.14 \text{ kN/m}^2$
aerodynamic coefficient	$c_{p, Pressure} = 0.20$

Load distribution underneath the building protection mat under Peak (45°)

Dimensions	$75.3 \times 380.0 \times 23.1 \text{ mm}$
	$A_{eff} = 28,614.00 \text{ mm}^2$
	$A_{load \text{ range area}} = 1.09 \text{ m}^2$
maximum ballast	$G_{ballast \text{ required}} = 12.9 \text{ kg}$

Load distribution underneath the building protection mat under SD (45°)

Dimensions	$75.3 \times 380.0 \times 23.1 \text{ mm}$
	$A_{eff} = 28,614.00 \text{ mm}^2$
	$A_{load \text{ range area}} = 1.09 \text{ m}^2$
maximum ballast	$G_{ballast \text{ required}} = 6.6 \text{ kg}$

Structural analysis report | Roof 2

Load Combinations

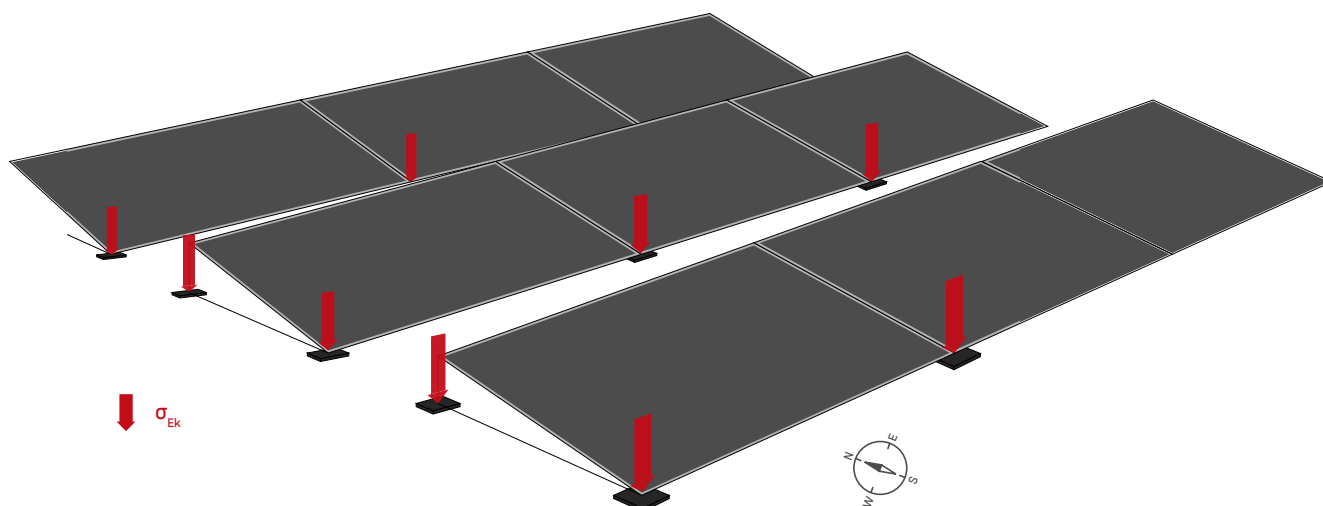
	$\sigma_{\text{Ek,heat insulation,S6}_10}$ [Pa]	$\sigma_{\text{Ek,heat insulation,SD}}$ [Pa]
Load case combination 00	9,826	7,687
Load case combination 01	29,285	27,146
Load case combination 02	13,326	11,188
Load case combination 03	23,056	20,917
Load case combination 04	31,385	29,246

Effects from dead loads (PV system + ballast)

$\sigma_{\text{Ek,heat insulation,S6}_10}$	$\sigma_{\text{Ek}} = 9,826 \text{ Pa}$
$\sigma_{\text{Ek,heat insulation,SD}}$	$\sigma_{\text{Ek}} = 7,687 \text{ Pa}$

Maximum actions (sum of dead loads and the maximum variable actions from wind and snow)

$\sigma_{\text{Ek,heat insulation,S6}_10}$	$\max \sigma_{\text{Ek}} = 31,385 \text{ Pa}$
$\sigma_{\text{Ek,heat insulation,SD}}$	$\max \sigma_{\text{Ek}} = 29,246 \text{ Pa}$



Structural analysis report | Roof 2

H-V-loads

According to wind tunnel report by I.F.I. Institut für Industrieaerodynamik GmbH

General information

Number of modules in the middle area	0
Number of modules in the edge area	30
Total number of modules	30
Roof areas covered with modules	A = ca. 93.77 m ²
Dead Load	$g_{k, \text{System incl. ballast}}$ = 0.14 kN/m ²

Aerodynamic coefficients

	$C_{p, \text{Pressure}}$ = according to EN 1991-1-4
	$C_{F, x, \text{average}}$ = 0.01
	$C_{F, y, \text{averaged}}$ = -0.03
edge distance correction	$k_{s, xy}$ = 1.00
Parapet wall- correction coefficient	k_p = 1.08
Factor building height	= 1.00

Horizontal pressure

$$W_{k, F, x} = 0.004 \text{ kN/m}^2$$

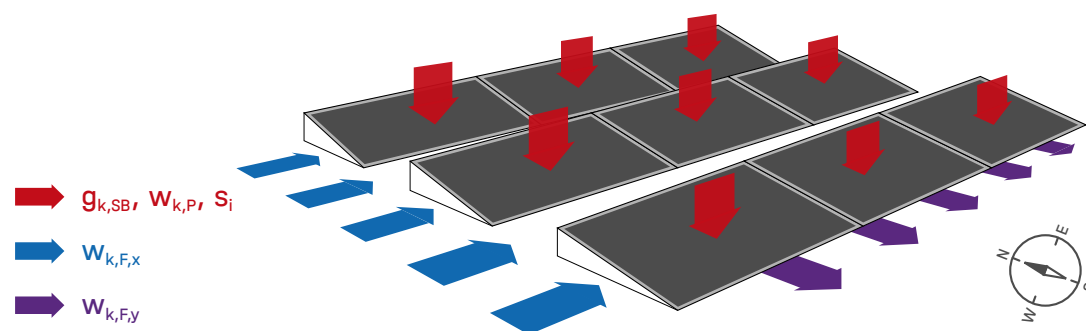
$$W_{k, F, y} = 0.036 \text{ kN/m}^2$$

Vertical pressure

$$g_{k, \text{System incl. ballast}} = 0.14 \text{ kN/m}^2$$

$$W_{k, \text{Pressure}} - \text{according to EN 1991-1-4}$$

$$S_i - \text{according to EN 1991-1-3}$$



Comment:

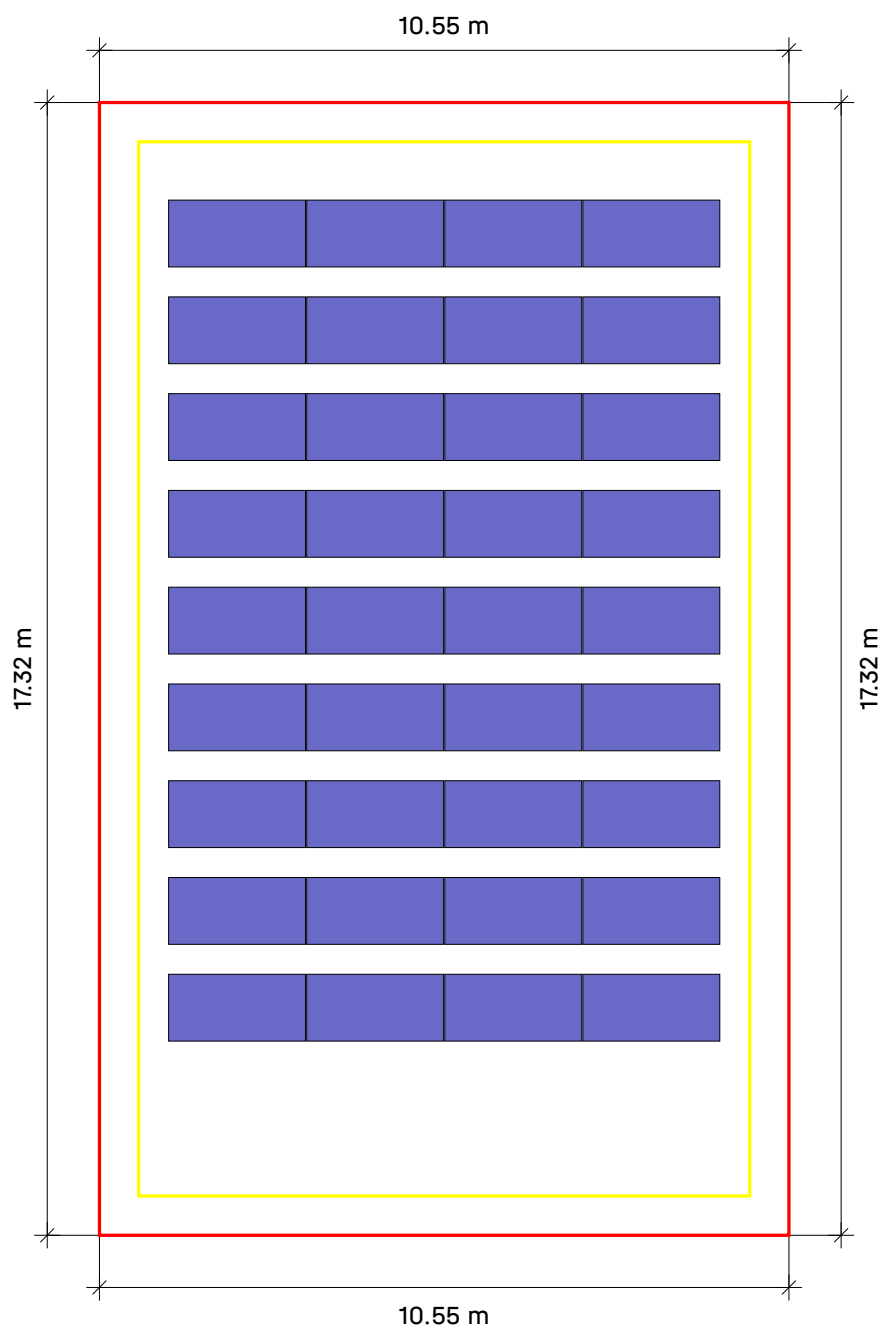
Flat roof vertical wind loads are essentially determined by its displacement effect and remain unchanged even with a flat pv structure. We advise using the aerodynamic coefficients according to DIN EN 1991-1-4 to calculate flat roofs.



Roofs | Roof 2 | Bill of material

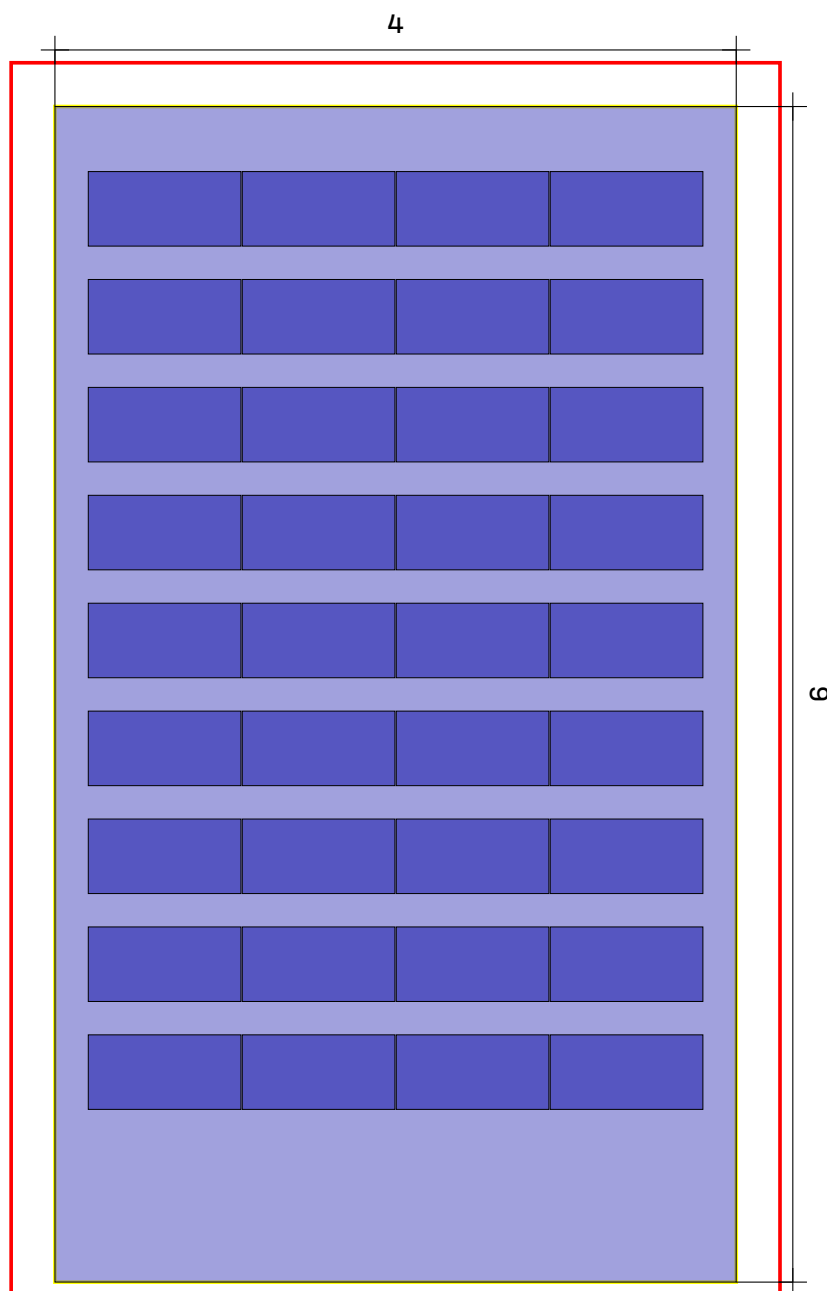
Position	Item no.	Item description	Quantity	Weight
1	2003247	S-Dome 6.10 Base Set	36	71.5 kg
2	2004125	Dome 6.10 Peak	36	10.8 kg
3	2004123	Dome 6 Connector 195 Set	24	5.2 kg
4	2003250	S-Dome 6.10 Windbreaker long	30	64.4 kg
5	2003427	Thread-forming metal screw 4,8×20	72	0.2 kg
6	2002870	K2 Solar Cable Manager	30	0.1 kg
7	2002558	MiniClamp MC Set 30-50	48	2.8 kg
8	2002559	MiniClamp EC Set 30-50	24	1.6 kg
9	2002300	Dome SpeedPorter	72	5.5 kg
Total				162.1 kg

Roofs | Roof 3



Roof	System	Module	Power	Quantity	Total power
Roof 3	S-Dome 6.10 Xpress	LR4-72HBD-450M	450 Wp	36	16.2 kWp
 					

Roofs | Roof 3 | Module array 1



Roof ③ Module array ①

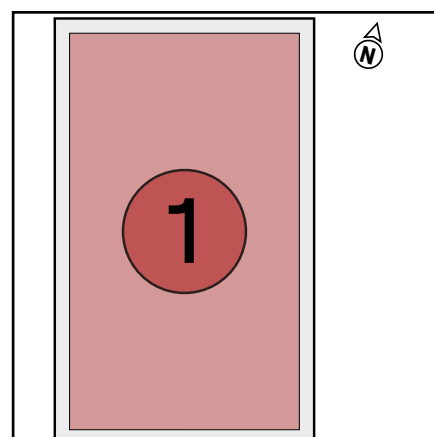
Mounting System
Module

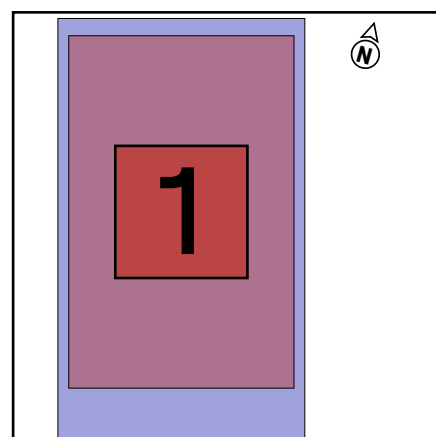
[S-Dome 6.10 Xpress](#)

36(16.2 kWp) x
LR4-72HBD-450M

Row spacing
service corridor

1.48 m
0.46 m





Results | Roof 3

Roof	System	Module	Power	Quantity	Total power
Roof 3 	S-Dome 6.10 Xpress	LR4-72HBD-450M	450 Wp	36	16.2 kWp

Module

Name	LR4-72HBD-450M
Manufacturer	Longi Solar
Output power	450 Wp
Dimensions	2,094×1,038×35 mm
Weight	27.5 kg

Module clamps

module clamp	MiniClamp MC Set 30-50
end clamp	MiniClamp EC Set 30-50

Ballast capacity

Speed Porter	40.0 kg
Porter	108.0 kg

Verification system utilization

Type	pressure	suction
Verification system utilization	24.67%	25.20%
Loads on modules (ultimate state)	1.31 kN/m ²	-0.61 kN/m ²
Loads on modules (serviceability)	0.99 kN/m ²	-0.41 kN/m ²

Specific loads

module block	Number of modules	Ballast [kg]	Dead weight [kg]	Dead Load [kN/m ²]	Dead load (roof surface area) [kN/m ²]
Block 1	36	193.5	1,331.10	0.11	
Total	36	193.5	1,331.10		0.07

Notes

- The proof of position safety and load capacity of the system are carried out by checking the load cases lifting and shifting by wind and by further static calculations.
- You will find a short version of the wind tunnel report and a certificate for the further static calculations on our homepage.
- The design rules correspond to the basics of structural design: ČSN EN 1990: 2021.



Results | Roof 3

- The snow loads are determined in accordance with ČSN EN 1991-1-3: 2017.
- The wind loads are determined in accordance with ČSN EN 1991-1-4: 2013.
- Service life is recognised according to 'Eurocode EN 1991 - Action on structures, Snow loads' and 'Eurocode EN 1991 - Actions on structures, Wind actions'. Subject to the Building Regulations and for security-relevant reasons the installation has to be dismantled at the end of its service life.
- Failure consequence class is considered according to 'Eurocode EN 1990 - Basis of structural design'.
- Data and results must be verified with regard to local conditions and checked by a suitably qualified person. Please see our TCU under <https://k2-systems.com/en/base-tcu> , in particular § 2 ("technical and specialist requirements for the customer"), § 7 ("warranty provisions") and § 8 ("limitation of liability").



Structural analysis report | Roof 3

General information

Name	MŠ Ůholičky
Mounting System	S-Dome 6.10 Xpress
Author	Branislav Hrdý

Location information

Address	Ůholičky, Na Habří, 252 64 Ůholičky, Czechia
Ground level	299.14 m

Roof information

Building height	5.00 m
Roof type	Flat roof
Fastening method	with Ballast
Roof covering	Flat
min. roof edge distance	0.60 m
Parapet wall height	0.50 m
Material	Membrane
Friction coefficient	0.5

To ensure proper ballast calculation, coefficient of friction to be verified by Designer or Installer. Refer to the technical information section of website for values on common roof types.

Loads

Design method	CZ EN
Failure consequence class	CC1
Design working life	25 years
Terrain category	III - Villages, suburbs, woodlands

Wind load

Wind load zone	2
Velocity pressure	$q_{p,50} = 0.500 \text{ kN/m}^2$
Adjustment factor for service life	$f_w = 0.921$
Velocity pressure	$q_{p,25} = 0.461 \text{ kN/m}^2$



Structural analysis report | Roof 3

Snow load

Environment	Open area
Snow guard	No
Snow load on ground level	$s_k = 0.700 \text{ kN/m}^2$
Shape Coefficient for Snow	$\mu_i = 0.800$
Factor for roof pitch	$d_i = 1.000$
Snow load on roof	$s_{i,50} = 0.448 \text{ kN/m}^2$
Adjustment factor for service life	$f_s = 0.929$
Snow load on roof	$s_{i,25} = 0.416 \text{ kN/m}^2$

Dead Load

Weight module	$G_M = 27.5 \text{ kg}$
Weight mounting system per module area	$= 4.1 \text{ kg}$
Module area	$A_M = 2.17 \text{ m}^2$
Dead weight module	$= 12.65 \text{ kg/m}^2$
Dead weight mounting system	$= 1.89 \text{ kg/m}^2$
Total Dead Weight (excl. ballast)	$= 0.14 \text{ kN/m}^2$

Load Combinations

Load-bearing capacity

Partial safety factor unfavorable permanent load	$\gamma_{G,sup} = 1.35$
Partial safety factor favorable permanent load	$\gamma_{G,inf} = 1.00$
Partial safety factor destabilising permanent load	$\gamma_{G,dst} = 1.10$
Partial safety factor stabilising permanent load	$\gamma_{G,stb} = 0.90$
Partial safety factor first variable load	$\gamma_Q = 1.50$
Partial safety factor variable loads	$\gamma_Q = 1.50$
Combination coefficient with regards to wind	$\psi_{0,W} = 0.60$
Combination coefficient with regards to wind (additional varying influences)	$\psi_{1,W} = 0.20$
Combination coefficient with regards to Snow	$\psi_{0,S} = 0.50$
Importance factor permanent	$\kappa_{Fl,G} = 0.90$
Importance factor variable	$\kappa_{Fl,Q} = 0.85$

Load case combination 01	$E_d = \gamma_{G,sup} * \kappa_{Fl,G} * G_k + \gamma_Q * \kappa_{Fl,Q} * S_{i,n}$
Load case combination 02	$E_d = \gamma_{G,sup} * \kappa_{Fl,G} * G_k + \gamma_Q * \kappa_{Fl,Q} * W_{k,Pressure}$
Load case combination 03	$E_d = \gamma_{G,sup} * \kappa_{Fl,G} * G_k + \gamma_Q * \kappa_{Fl,Q} * (W_{k,Pressure} + \psi_{0,S} * S_{i,n})$
Load case combination 04	$E_d = \gamma_{G,sup} * \kappa_{Fl,G} * G_k + \gamma_Q * \kappa_{Fl,Q} * (S_{i,n} + \psi_{0,W} * W_{k,Pressure})$
Load case combination 06	$E_d = \gamma_{G,inf} * G_k + \gamma_Q * \kappa_{Fl,Q} * W_{k,Uplift}$

Structural analysis report | Roof 3

Position safety

Uplift Verification	$E_d = Y_{G, stb} * G_k + Y_Q * K_{FI, Q} * W_{k, n, Uplift}$
Displacement verification	$E_d = Y_{G, stb} * G_k + Y_Q * K_{FI, Q} * W_{k, n, Displacement}$

Usability

Combination coefficient with regards to wind	$\psi_{0, w} = 0.60$
--	----------------------

Combination coefficient with regards to Snow	$\psi_{0, s} = 0.50$
--	----------------------

Load case combination 01	$E_d = G_k + S_{i, n}$
Load case combination 02	$E_d = G_k + W_{k, Pressure}$
Load case combination 03	$E_d = G_k + W_{k, Pressure} + \psi_{0, s} * S_{i, n}$
Load case combination 04	$E_d = G_k + S_{i, n} + \psi_{0, w} * W_{k, Pressure}$
Load case combination 06	$E_d = G_k + W_{k, Uplift}$

Max. Pressure on insulation

General information

dead load system	$g_{System} = 0.14 \text{ kN/m}^2$
aerodynamic coefficient	$c_{p, Pressure} = 0.20$

Load distribution underneath the building protection mat under Peak (45°)

Dimensions	$75.3 \times 380.0 \times 23.1 \text{ mm}$
	$A_{eff} = 28,614.00 \text{ mm}^2$
	$A_{load \text{ range area}} = 1.09 \text{ m}^2$
maximum ballast	$G_{ballast \text{ required}} = 5.9 \text{ kg}$

Load distribution underneath the building protection mat under SD (45°)

Dimensions	$75.3 \times 380.0 \times 23.1 \text{ mm}$
	$A_{eff} = 28,614.00 \text{ mm}^2$
	$A_{load \text{ range area}} = 1.09 \text{ m}^2$
maximum ballast	$G_{ballast \text{ required}} = 3.1 \text{ kg}$

Structural analysis report | Roof 3

Load Combinations

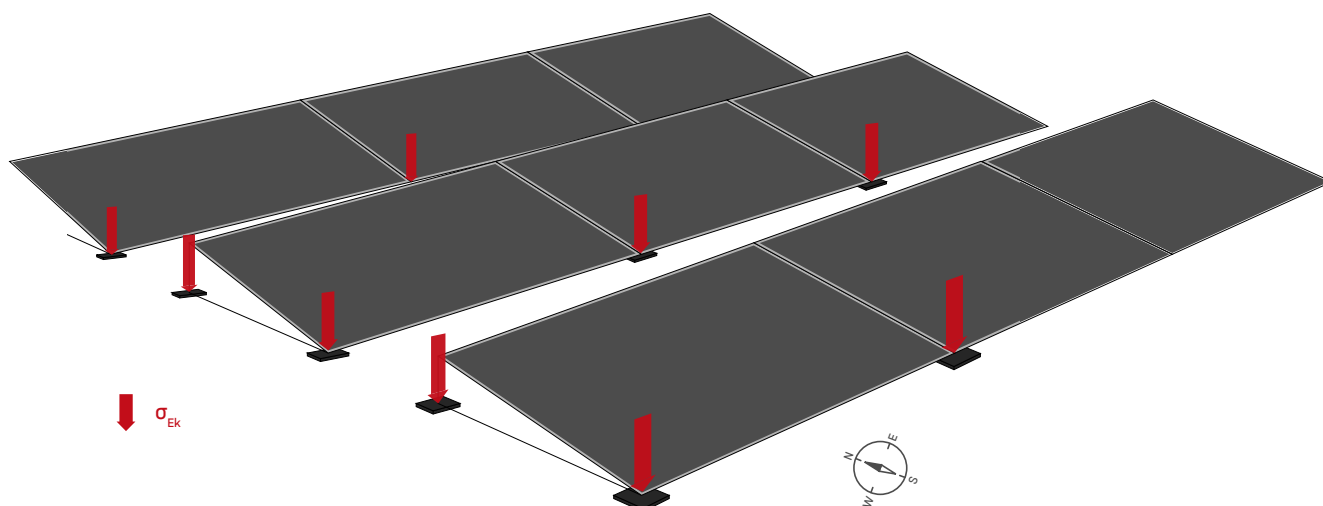
	$\sigma_{Ek, \text{heat insulation}, S6_{10}} [\text{Pa}]$	$\sigma_{Ek, \text{heat insulation}, SD} [\text{Pa}]$
Load case combination 00	7,451	6,464
Load case combination 01	26,910	25,923
Load case combination 02	10,951	9,964
Load case combination 03	20,681	19,694
Load case combination 04	29,010	28,023

Effects from dead loads (PV system + ballast)

$\sigma_{Ek, \text{heat insulation}, S6_{10}}$	$\sigma_{Ek} = 7,451 \text{ Pa}$
$\sigma_{Ek, \text{heat insulation}, SD}$	$\sigma_{Ek} = 6,464 \text{ Pa}$

Maximum actions (sum of dead loads and the maximum variable actions from wind and snow)

$\sigma_{Ek, \text{heat insulation}, S6_{10}}$	$\max \sigma_{Ek} = 29,010 \text{ Pa}$
$\sigma_{Ek, \text{heat insulation}, SD}$	$\max \sigma_{Ek} = 28,023 \text{ Pa}$



Structural analysis report | Roof 3

H-V-loads

According to wind tunnel report by I.F.I. Institut für Industrieaerodynamik GmbH

General information

Number of modules in the middle area	0
Number of modules in the edge area	36
Total number of modules	36
Roof areas covered with modules	A = ca. 112.53 m ²
Dead Load	$g_{k, \text{System incl. ballast}}$ = 0.12 kN/m ²

Aerodynamic coefficients

	$C_{p, \text{Pressure}}$ = according to EN 1991-1-4
	$C_{F, x, \text{average}}$ = 0.01
	$C_{F, y, \text{averaged}}$ = -0.02
edge distance correction	$k_{s, xy}$ = 1.00
Parapet wall- correction coefficient	k_p = 1.08
Factor building height	= 1.00

Horizontal pressure

$$W_{k, F, x} = 0.004 \text{ kN/m}^2$$

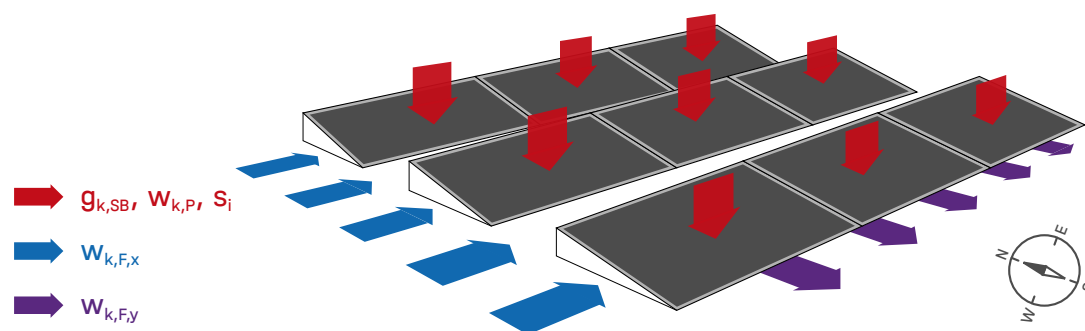
$$W_{k, F, y} = 0.032 \text{ kN/m}^2$$

Vertical pressure

$$g_{k, \text{System incl. ballast}} = 0.12 \text{ kN/m}^2$$

$$W_{k, \text{Pressure}} - \text{according to EN 1991-1-4}$$

$$S_i - \text{according to EN 1991-1-3}$$



Comment:

Flat roof vertical wind loads are essentially determined by its displacement effect and remain unchanged even with a flat pv structure. We advise using the aerodynamic coefficients according to DIN EN 1991-1-4 to calculate flat roofs.



Roofs | Roof 3 | Bill of material

Position	Item no.	Item description	Quantity	Weight
1	2003247	S-Dome 6.10 Base Set	45	89.4 kg
2	2004125	Dome 6.10 Peak	45	13.5 kg
3	2004123	Dome 6 Connector 195 Set	40	8.6 kg
4	2003250	S-Dome 6.10 Windbreaker long	36	77.3 kg
5	2003427	Thread-forming metal screw 4,8×20	90	0.3 kg
6	2002870	K2 Solar Cable Manager	36	0.1 kg
7	2002558	MiniClamp MC Set 30-50	54	3.1 kg
8	2002559	MiniClamp EC Set 30-50	36	2.4 kg
9	2002300	Dome SpeedPorter	90	6.8 kg
Total				201.6 kg



Bill of material

Position	Item no.	Item description	Quantity	Weight
1	2003247	S-Dome 6.10 Base Set	121	240.4 kg
2	2004125	Dome 6.10 Peak	121	36.3 kg
3	2004123	Dome 6 Connector 195 Set	96	20.7 kg
4	2003250	S-Dome 6.10 Windbreaker long	96	206.1 kg
5	2003427	Thread-forming metal screw 4,8×20	242	0.8 kg
6	2002870	K2 Solar Cable Manager	96	0.3 kg
7	2002558	MiniClamp MC Set 30-50	142	8.2 kg
8	2002559	MiniClamp EC Set 30-50	100	6.6 kg
9	2002300	Dome SpeedPorter	242	18.4 kg
Total				537.9 kg



Thank you for choosing a K2 mounting system.

Systems from K2 Systems are quick and easy to install. \nWe hope these instructions have helped. \nPlease contact us with any questions or suggestions for improvement.

Our contact data:

k2-systems.com/en/contact

Service Hotline: +49 (0)7159 42059-0

Our General Terms of Business apply. Please refer to k2-systems.com

K2 Systems GmbH

Industriestraße 18

71272 Renningen

Germany

+49 (0)7159 42059-0

+49 (0)7159 42059-177

info@k2-systems.com

www.k2-systems.com