

INVESTITOR:

OPŠTINA BAR

OBJEKAT:

**DNEVNI CENTAR ZA DJECU SA SMETNJAMA
U RAZVOJU**

LOKACIJA:

**UP 2286, blok 1 - DUP "Polje Zaljevo" u Baru,
K.P.2286 KO Polje, Bar**

VRSTA TEHNIČKE
DOKUMENTACIJE:

GLAVNI PROJEKAT

PROJEKTANT:

**Republički zavod za urbanizam i
projektovanje AD Podgorica**

ODGOVORNO LICE:

Dragutin Grgur, dipl.ecc

GLAVNI INŽENJER:

Dragana Čukić d.i.a., br.licence: UPI 107-7-1608/2

El.potpis projektanta

El.potpis revidenta

**Vlatko
Daković**

Digitally signed by Vlatko Daković
DN: c=ME, ou=Pravno lice, o=IVkon
doo, 2.5.4.97=VATME-02961849,
serialNumber=44170,
givenName=Vlatko, sn=Daković,
cn=Vlatko Daković
Date: 2022.07.20 12:10:21 +02'00'

INVESTITOR:

OPŠTINA BAR

OBJEKAT:

**DNEVNI CENTAR ZA DJECU SA SMETNJAMA
U RAZVOJU**

LOKACIJA:

**UP 2286, blok 1 - DUP "Polje Zaljevo" u Baru,
K.P.2286 KO Polje, Bar**

DIO TEHNIČKE
DOKUMENTACIJE:

**ELEKTROTEHNIČKI PROJEKAT
2.3.1.1 ELEKTROINSTALACIJE – PV ELEKTRANA**

PROJEKTANT:

**Republički zavod za urbanizam i
projektovanje AD Podgorica**

ODGOVORNO LICE:

Dragutin Grgur, dipl.ecc

ODGOVORNI INŽENJER:

Dragoljub Joksović, dipl.ing.el.

SARADNICI NA PROJEKTU:

SADRŽAJ

A. TEKSTUALNA DOKUMENTACIJA	4
1. USLOVI ZA PROJEKTOVANJE	5
1.1. PRIKAZ TEHNIČKIH RIJEŠENJA ZA PRIMJENU MJERA ZAŠTITE NA RADU	5
1.2. TEHNIČKI USLOVI	6
1.3. UTICAJ NA ŽIVOTNU SREDINU	8
2. TEHNIČKI OPIS ELEKTRO OPREME	9
2.1. UVOD	9
2.2. IZBOR I OPIS SOLARNIH PANELA	12
2.3. IZBOR I OPIS DC RAZVODA	13
2.4. IZBOR I OPIS INVERTERA	14
2.5. PRIKLJUČENJE NA ELEKTRODISTRIBUTIVNU MREŽU	14
2.6. PROIZVODNJA SOLARNE ELEKTRANE I SISTEM SOPSTVENE POTROŠNJE	15
B. NUMERIČKA DOKUMENTACIJA	17
1. PREDMJER I PREDRAČUN RADOVA	18
C. GRAFIČKA DOKUMENTACIJA	20
1. OSNOVA KROVA – RASPORED SOLARNIH PANELA	21
2. OSNOVA SPRATA – POZICIJA INVERTERA I RO-AC/DC ORMARA	22
3. JEDNOPOLNA ŠEMA PMO	23
4. JEDNOPOLNA ŠEMA RO-AC/DC	24
5. TEHNIČKI LIST INVERTER	25
6. TEHNIČKI LIST PANEL	27
7. TEHNIČKI LIST KOSTRUKCIJE	29

A. TEKSTUALNA DOKUMENTACIJA

1. Uslovi za projektovanje

Osnovni ulazni parametri za projektovanje elektrotehničkog dijela projekta solarne elektrane na objektu Dnevnog centra predstavljaju Projektni zadatak i raspoloživa površina krova.

Pored podloga, prilikom projektovanja uzeti su u obzir i sljedeći zakoni, standardi i preporuke:

- Zakon o planiranju prostora i izgradnji objekata ("Sl. list CG", br. 64/2017, 44/2018 i 63/2018, 011/19, 82/20)
- Zakon o zaštiti i zdravlju na radu ("Sl. list CG" br. 34/14, 44/2018)
- Zakon o zaštiti i spašavanju ("Sl. list CG", br. 13/2007, 5/2008 - ispr., 86/2009 - dr. zakon, 32/2011 i 54/2016)
- Zakon o efikasnom korišćenju energije ("Sl. list CG" br. 57/2014 i 3/2015 -isp, 25/19)
- Zakon o elektronskim komunikacijama ("Sl. list CG", br. 40/2013, 56/2013 - ispr. i 2/2017, 049/2019)
- Zakon o energetici ("Sl. list CG", br. 5/2016 i 51/2017)
- Zakon o procjeni uticaja na životnu sredinu ("Sl. list RCG", br. 75/2018)
- Jugoslovenski standardi - Električne instalacije u zgradama - Zahtjevi za bezbjednost JUS N.B2.741/1989
- Pravilnik o tehničkim normativima za elektroenergetska postrojenja nazivnog napona iznad 1000 V ("Sl. list SFRJ" 4/74).
- Propisi o tehničkim merama za pogon i održavanje elektroenergetskih postrojenja I vodova ("Sl. list SRJ" br.41/93)
- Pravilnik o tehničkim normativima za izgradnju nadzemnih elektroenergetskih vodova nazivnog napona do 1 kV do 400 kV, ("Sl. list SFRJ" br. 65/88),
- Pravilnik o tehničkim normativima za zaštitu niskonaponskih mreža i pripadajućih transformatorskih stanica, ("Sl. list SFRJ" br. 13/78),
- Pravilnik o tehničkim merama za zaštitu elektroenergetskih postrojenja od prenapona ("Sl. list SFRJ" br.7/71, 44/76),
- Pravilnik o tehničkim merama za zaštitu objekata od atmosferskog pražnjenja ("Sl. list SRJ br.11/96),
- Pravilnik o tehničkim normativima za zaštitu elektroenergetskih postrojenja i uređaja od požara ("Sl. list SFRJ" br. 74/90).
- Pravilnik o tehničkim normativima za električne instalacije niskog napona ("Sl. ListSFRJ" br. 53/88 i 54/88).
- Pravilnik o izmenama i dopunama pravilnika o tehničkim normativima za električne instalacije niskog napona ("Sl. list SRJ" br. 28/95).

1.1. Prikaz tehničkih rješenja za primjenu mjera zaštite na radu

Opasnosti od električne struje

Električne instalacije jake struje, u određenim uslovima, mogu da prouzrokuju opasnosti i štete kao posljedice:

- struje kratkog spoja
- struje preopterećenja
- nedozvoljenog pada napona
- slučajnog dodira djelova pod naponom
- pojave visokog napona dodira
- uticaja vlage, vode i prašine na elektro opremu
- uticaja instalacije na pojavu požara i eksplozije.

Projektom su, a u cilju sprečavanja navedenih pojava, predviđene sledeće mjere zaštite:

1. Cjelokupna instalacija, zaštićena je od kratkih spojeva i preopterećenja odgovarajućih osigurača.
2. Cjelokupna instalacija je tako dimenzionisana da padovi napona, u normalnim uslovima, ne prelaze dozvoljene vrijednosti. U vanrednim uslovima zaštita će isključiti odgovarajuće strujno kolo.
3. Sva oprema je tako odabrana da je nemoguće slučajno dodirnuti djelove pod naponom, a za zaštitu od pojave previsokog napona dodira u instalaciji je primijenjen sistem zaštitnog uzemjenja sa posebnim zaštitnim vodom, sistem TNS. Napomena: po završenoj montaži, a prije puštanja instalacije pod napon obavezno izvršiti mjerenja:
 - otpora petlje,
 - efikasnosti izjednačavanja potencijala (otpor između zaštitnog kontakta električne instalacije i metalnih djelova drugih instalacija ne smije preći vrijednost 2Ω u bilo kojoj prostoriji objekta),
 - otpora uzemljenja.

U toku eksploatacije povremeno, a najkasnije svake druge godine, kontrolisati otpor petlje, efikasnosti izjednačavanja potencijala i otpor uzemljenja.

4. Električne instalacije, zaštićene su od uticaja vlage i prašine ispravnim izborom kablova i opreme u skladu sa uslovima koji vladaju na mjestu ugradnje.
5. Objekat je, od požara ili eksplozije, koje bi mogle nastati usled dejstva električnih instalacija zaštićen pravilnim izborom i dimenzionisanjem osigurača, prekidača i druge opreme.

Nadzor

1. U slučaju potrebe nadzorna služba može vršiti manje izmjene projekta, u protivnom potrebna je saglasnost Investitora i projektanta
2. Sve izmjene odobrenog projekta Izvodjač mora unijeti u projekat, koga će poslije završetka radova predati Investitoru.
3. Garanti rok za izvedene radove odrediće se Ugovorom o izvođenju

Uslovi za ispitivanje

1. Rezultati mjerenja otpora petlje između provodnika međusobno, kao i između provodnika i zemlje, moraju se unositi u građevinski dnevnik.
2. Struja greške u svakom pojedinom mjerenom dijelu instalacije u suvim i vlažnim prostorijama, ne smije biti veća od 1mA, odnosno otpor mora iznositi min. 1000 Ω -a za svaki volt nazivnog napona (za napon 380/220V, otpor iznosi 380/220 k Ω).
3. Projektom je obuhvaćena isporuka kompletnog materijala, transport, monterski i pripremno završni radovi.
4. Za izvođenje nepredviđenih ili predviđenih radova potrebna je saglasnost Investitora.
- 5.
6. Puštanje instalacija u pogon, može se obaviti tek po obavljenom tehničkom prijemu i dobijanju dozvole za rad.

1.2. Tehnički uslovi

Ovi uslovi su sastavni dio Projekta i kao takvi obavezuju Investitora i Izvođača, da se pri izradi projektovanih instalacija, pored ostalog, pridržavaju i ovih uslova, jer oni sadrže mnoge elemente koji

nijesu navedeni u tehničkom opisu i ostalom dijelu teksta, a važni su za izvođenje radova. Prema tome, pri izradi projektovanih instalacija, potrebno je pridržavati se dolje navedenog.

1. Cjelokupna elektro instalacija treba se izvesti prema priloženim planovima, ovim uslovima i važećim JUS propisima za izvođenje električnih instalacija jake i slabe struje, odnosno Pravilniku o tehničkim normativima za električne instalacije niskog napona („Sl.list SFRJ“ br. 53/88, 54/88 i 29/95).
2. Prije početka radova, Izvođač je dužan da se detaljno upozna sa Projektom i da sve svoje primjedbe, ukoliko ih ima, blagovremeno dostavi Investitoru, odnosno nadzornom organu.
3. Investitor je dužan da u toku cijele gradnje objekta obezbijedi stručan nadzor nad izvođenjem radova.
4. Izvođač je dužan da se prije početka radova upozna na licu mjesta sa objektom, pa ako nađe da su potrebne izvjesne izmjene, zbog građevinskih izmjena o tome obavijesti nadzornog organa i od njega pribavi potrebnu saglasnost za eventualne izmjene.
5. Ukoliko se u toku izgradnje pojavi opravdana potreba za izvjesna odstupanja ili manje izmjene u Projektu, Izvođač je dužan da za svako ovako odstupanje ili izmjene prethodno pribavi saglasnost nadzornog organa. Nadzorni organ će na osnovu datog Projekta, Izvođač će tek po pregledu i dobijanju saglasnosti od strane Nadzornog organa početi sa radom.
6. Sav instalacioni materijal i oprema koji će se koristiti za izvođenje ovih instalacija mora odgovarati standardima i biti prvoklasnog kvaliteta. Materijal koji ne ispunjava ove uslove ne smije se upotrebljavati.
7. Kod izvođenja ovih radova, treba se voditi računa da se što manje oštete već izvedeni radovi i postojeće konstrukcije. Isto tako, treba sprovesti koordinaciju poslova, kako bi se izbjegle međusobne smetnje pri radu različitih faza.
8. Za vrijeme izvođenja radova, Izvođač je dužan da vodi ispravan građevinski dnevnik, sa svim podacima koje ovakav dnevnik predviđa, a svi zahtjevi i saopštenja, kako od strane Nadzornog organa, tako i od strane Izvođača, moraju se saopštiti preko građevinskog dnevnika.
9. Za ispravnost izvedenih radova, Izvođač garantuje 2 godine, računajući od dana tehničkog prijema objekta. Sve havarije i kvarove, koje bi se u tom periodu pojavile, bilo zbog upotrebe lošeg materijala ili nesolidne izrade, Izvođač mora otkloniti bez ikakve nadoknade.
10. Po završetku radova, Izvođač treba da izvrši potrebna ispitivanja instalacija i pribavi odgovarajuće ateste.

Opšte odredbe

1. Uređaji i oprema za električne instalacije moraju biti podesni za rad instalacije pri nazivnom naponu el. instalacije. Električna oprema mora da podnese struje koje protiču toku normalnog rada kao i u vanrednim okolnostima, u toku vremena koje dopuštaju karakteristike uređaja za zaštitu. Električna oprema, pri uključivanju i isključivanju, ne smije štetno da djeluje na drugu opremu. Oprema, uključujući provodnike i kablove, mora se postaviti tako da se lako može provjeravati, održavati i prilaziti njenim priključcima i da se njom može lako rukovati. Predhodno važi i za opremu postavljenu u kućištu.

2. Natpisne pločice i druga sredstva koja služe za raspoznavanje moraju se postaviti na rasklopne aparate radi označavanja njihove namjene. Upravljački elementi o elementi signalizacije moraju se postaviti na lako pristupačna i vidljiva mjesta.
3. Izolovani provodnici i kablovi moraju se položiti i označiti tako da se lako raspoznaju kod ispitivanja, popravke ili zamjene. Zaštitni provodnik (PE) ili zaštitno-neutralni provodnik (PEN) označavaju se kombinacijom zelene i žute boje, a neutralni (N)-svjetloplavom bojom. Ove boje ne smiju se upotrebiti za bilo koje drugo označavanje. Označavanje se može vršiti i na kraju provodnika blizu spoja, pogotovu kad provodnici nijesu izolovani.
4. Uređaj za zaštitu mora se postaviti i označiti tako da se lako raspozna njihovo pripadajuće strujno kolo. Uređaj za zaštitu se mora postaviti u rasklopni blok /razvodnu tablu/.
5. Šeme, dijagrame ili tabele el. instalacija niskog napona moraju se postaviti na mjesta na kojima ima više strujnih krugova, tako da označavaju prirodu i sastav strujnih krugova i karakteristike za raspoznavanje uređaja za zaštitu, uključivanje i isključivanje, kao i mjesto njihovog postavljanja i izolacije.
6. U rasklopnom bloku /tabli/ mora se postaviti i grupisati el. oprema iste vrste struje i napona tako da ne može doći do međusobnih štetnih uticaja.

1.3. Uticaj na životnu sredinu

Kada je riječ o uticaju razmatrane solarne elektrane na životnu sredinu, sveobuhvatno gledajući, taj uticaj se može posmatrati kroz tri faze:

- uticaj proizvodnje komponenti sistema,
- uticaj eksploatacije sistema,
- uticaj komponenti nakon pretanka funkcije.

Uticaj proizvodnje fotonaponskih modula i elektro opreme na životnu sredinu prvenstveno se ogleda u energetske potrebe postrojenja koja proizvode datu opremu. Znajući da ta postrojenja dominantno koriste električnu energiju koja potiče od konvencionalnih elektrana kao što su termoelektrane, proces proizvodnje povezuje se sa efektima kao što su emitovanje štetnih gasova i zagađenje vazduha. Međutim, s obzirom na veličinu razmatranog sistema, ovaj uticaj je zanemarljiv.

S obzirom na činjenicu da fotonaponski moduli koriste isključivo čistu energiju sunčeve svjetlosti, njihov uticaj na životnu sredinu u fazi eksploatacije je minimalan i to je jedna od njihovih najvećih prednosti. U konkretnom slučaju projekta solarne elektrane na krovovima upravnih zgrada Elektroprivrede Crne Gore, ne postoji nikakav negativan uticaj na životnu sredinu tokom faze eksploatacije jer će sva oprema biti smještena na već postojećem objektu i ne zauzima dodatni prostor. Takođe, nijedna od komponenti sistema tokom svog rada neće proizvoditi nikakve štetne materije i neće imati nikakav uticaj na okolinu.

Jedina mogućnost negativnog uticaja javlja se u slučaju nepogoda ili nesreća koje mogu izazvati oštećenje fotonaponskih modula. U tom slučaju, prema Assessment of the Environmental Performance of Solar Photovoltaic Technologies [5], mogu biti oslobođeni zapaljivi gasovi koji se koriste prilikom proizvodnje fotonaponskih modula i njihov su sastavni dio.

Nakon prestanka rada sistema, odnosno njegovih pojedinih komponenti, potrebno je maksimalno umanjiti negativan uticaj elemenata kao što su fotonaponski moduli i elektro oprema koji se po prestanku funkcije tretiraju kao tehnički otpad. U skladu sa praksom kompanija od kojih se oprema nabavlja kao i pozitivnom praksom EU, nakon prestanka rada, svi elementi biće reciklirani.

2. Tehnički opis elektro opreme

2.1. Uvod

Predviđena je izgradnju solarne elektrane na krovu objekta Dnevnog centra za djecu sa smetnjama u razvoju, koji se nalazi na UP2286 KO POLJE u Baru.

Projektom je predviđena razmjena električne energije na novoprojektovanom 5A-rskom dvosmjernom brojilu. Brojilo je projektovano u PMO ormaru na granici parcele. Projektovana snaga brojila je $P_{j_pmo}=96.35$ kW.

U cilju konverzije solarnog zračenja u električnu energiju i njenog plasiranja u ED mrežu koristiće se solarni paneli jedinične snage 450 W i odgovarajući DC/AC inverter (pretvarač). Izbor snage invertera je uslovljen ukupnom procijenjenom snagom solarnih panela, kao i tipskim snagama invertera, koje zavise od proizvođača.

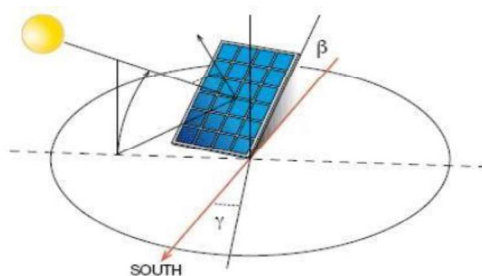
Planirano je da se solarna elektrana priključe preko AC ormara, koji se nalazi u neposrednoj blizini invertera, oznaka RO-AC/DC, do planiranog PMO ormara objekta koji se nalazi na granici parcele, u kojem je smješteno gore pomenuto obračunsko brojilo. U ormaru RO-AC/DC nalazi se kontrolno mjerenje koje mjeri proizvedenu električnu energiju sa solarne elektrane.

Povezivanje ormara RO-AC/DC i planiranog PMO biće izvedeno preko 1 kV kablovskog voda PP00 4x35mm² + 1x25 mm². Kabal se polaže kroz PVC cijev Ø110mm.

Solarni paneli omogućavaju direktno pretvaranje Sunčeve energije u električnu i predstavljaju jedan od najelegantnijih načina korišćenja energije Sunca. Glavni djelovi/elementi predmetne solarne elektrane su:

- solarni paneli,
- montažna podkonstrukcija za potrebe postavljanja solarnih panela,
- inverteri,
- DC kablovski razvod, AC razvodn ormar, AC kablovski razvod, kablovski regali,
- gromobranska zaštita, sistem izjednačenja potencijala i uzemljivački sistem,
- kablovi za priključenje na elektrodistributivnu mrežu i dodavanje opreme u planirani PMO.

Solarni paneli se postavljaju pod određenim uglom u odnosu na ravan zemlje da bi se obezbijedila maksimalna apsorpcija sunčevog zračenja. Na sledećoj slici taj ugao je obilježen sa β .



Slika 1: Nagib i orijentacija prijemne površine solarnih panela

Ugao pod kojim pada sunčeva svjetlost se mijenja u zavisnosti od doba dana i godine. Postoji mogućnost da se ugradi motorni pogon kojim bi se omogućilo rotiranje panela u cilju praćenje kretanja sunca, ali to zahtijeva znatno veći prostor i poskupljuje investiciju. U ovom slučaju, zbog nedostatka prostora išlo se na ugradnju fiksnih panela pod uglov krovne površine.

Bitno je naglasiti da se konverzijom solarne energije u električnu dobija DC (jednosmerni napon) pri čemu je potrebno transformisati u AC (naizmenični napon). U ovom slučaju izvor će biti povezan na distributivnu mrežu ili "on-grid".

„On-grid“ sistem je fotonaponski sistem povezan na distributivnu mrežu od koje se dopunjuje do potrebne snage ili se šalje višak proizvedene snage (npr. princip negativnog brojila: kada se isporučuje energija brojilo oduzima potrošenu energiju i tako smanjuje račun). Ovaj sistem obezbjeđuje normalno snabdijevanje električnom energijom nezavisno od doba dana, godišnjeg doba i klimatskih uslova. Solarna elektrana će, u skladu sa regulativom Crnogorskog distributivnog sistema biti priključena na distributivni sistem.

Proračun snage solarnih panela

Intenzitet sunčevog zračenja koje dolazi do Zemlje može se izračinati po formuli:

$$I_d = C * I_0 * e^{-k*m} * F$$

gdje su:

I_0 - intenzitet ekstraterestičnog zračenja (W/m^2)

k - koeficijent atenuacije sunčevog zračenja u zemljinoj atmosferi C - difuzni radijacioni faktor

m - optička vazдушna masa

F - ugaoni faktor

I_d - intenzitet difuznog sunčevog zračenja

$$F = 0.5 \times \cos \beta$$

$$m = 1 / \cos \alpha$$

Tipične vrijednosti I_0 i C za srednje oblačne dane u oblasti sjevernih geografskih širina su u opsegu 1066 - 1209 (W/m^2) i 0.058 do 0.134 respektivno.

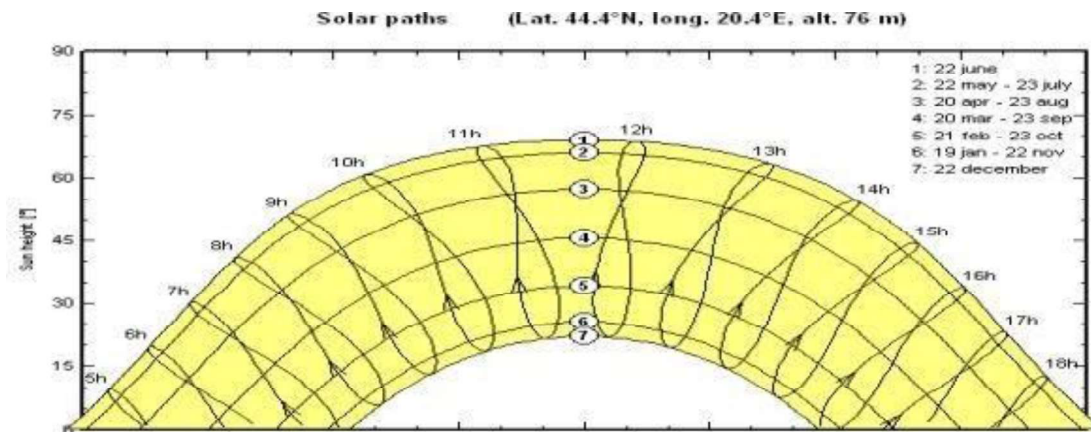
Ulazni podaci za proračun

Vrijeme trajanja svijetlog dijela dana, obdanice, kao i ugao pod kojim sunčevo zračenje pada na Zemlju, dato je u sledećoj tabeli.

Tabela 1: Vrijeme trajanja obdanice i ugao pada sunčevog zračenja po mjesecima

Mjesec	Jan	Feb	Mart	Apr	Maj	Jun	Jul	Avg	Sep	Okt	Nov	Dec
Obdanica (h)	8:50	10:30	12:00	13:40	14:40	15:00	14:40	13:40	12:00	10:30	8:30	8:20
Ugao sunca (α°)												
08 h	4	12	22	28	34	36	34	28	22	12	4	2
10 h	18	27	37	47	54	56	54	47	37	27	18	15
12 h	24	33	45	56	64	68	64	56	45	33	24	20
14 h	18	27	38	48	55	58	55	48	38	27	18	16
16 h	5	13	22	29	34	37	34	29	22	13	5	3
18 h				8	14	17	14	8				

Grafički prikaz sunčevih putanja tokom godine dat je na sledećoj slici.



Slika 3: Dijagram sunčevih putanja

Ovim se dobija količina energije koja dopire do površine solarnih panela. Efikasnost panela zavisi prije svega od vrste poluprovodničkih komponenti.

2.2. Izbor i opis solarnih panela

Na krovu objekta predviđeno je postavljanje fotonaponskog (solarnog) sistema:

- snage od 55.80 kWp (snaga u solarnim panelima) ili 50 kVA (snaga invertera).

za proizvodnju električne energije. Veličina fotonaponskog sistema zavisi od mnogo faktora, kao što je nagib krova, raspored prolaza između panela (manipulativnog prostora), površina i orijentacija krova, mjesto predaje električne energije u mrežu i ostalih zahtjeva koji se odnose na ovaj fotonaponski sistem.

Fotonaponski (solarni) sistem sačinjen je od više solarnih panela, od kojih svaki sadrži u sebi određeni broj solarnih ćelija, na odgovarajući način međusobno povezanih redno i serijski. Individualni solarni paneli su povezani u serijama formirajući stringove (nizove). Stringovi se potom postavljaju paralelno da bi se sve adekvatno povezalo sa odgovarajućim inverterima. Broj solarnih panela koji čine string određuje ulazni napon jednosmjerne struje invertera. Broj paralelno postavljenih nizova određuje snagu invertera koja je na raspolaganju. Svaki niz (string) je odvojen i opremljen diodama za blokiranje povratne struje.

Jedan fotonaponski sistem se sastoji od 124 komada monokristalnih solarnih panela. Svaki od njih je maksimalne snage 450 Wp, što predstavlja ukupnu snagu krovnog solarnog sistema koja iznosi 55.80 kWp. Ukupna snaga solarnog sistema posmatra se kao zbir nominalne vrijednosti svakog solarnog panela mjereno pri standardnim uslovima testiranja. Standardni uslovi predstavljaju sledeće parametre: zračenje od 1000 W/m^2 sa distribucijom solarnog spektra vazdušne mase AM = 1.5 i temperaturom solarne ćelija od 25°C , u skladu sa propisima CEI EN60904/3 (IEC 82-3).

Tabela 2: Tehničke karakteristike odabranog solarnog panela

Tip/proizvođač	Luxor Eco line half cell M144
Nominalna snaga P _{mpp} (Wp)	450
Nominalni napon U _{mpp} (V)	41.73
Nominalna struja I _{mpp} (A)	10.79
Napon otvorenog kruga U _{oc} (V)	49.69
Struja otvorenog kruga I _{sc} (A)	11.39
Izvedba ćelija	monokristalne
Dimenzije (mm)	2103 x 1040 x 35
Težina (kg)	25 kg

Fotonaponski sistem je projektovan tako da ima efikasnu aktivnu snagu, na mjestu isporuke naizmjenične struje, najmanje 90% od ukupne nominalne snage solarnih panela.

Nominalna snaga prema mreži PAC (naizmjenične struje) uzima u obzir gubitke sistema zbog odstupanja od standardnih uslova za obradu i gubitke inverzije struje iz jednosmjerne u naizmjeničnu:

- gubici usljed odstupanja od nominalnih uslova (usljed temperature) 4%;
- gubici usljed refleksije 1.5%;
- gubici usljed neusklađenosti između provodnika (panela) 4%;
- gubici jednosmjerne struje 1%;
- gubici na sistemu inverzije JS/NS (godišnja prosječna procjena) 6%;
- gubici usljed zagađenja solarnih panela (usljed prašine i nečistoća) 1,4%.

Dakle, procijenjeni prinos jednak je: $N=0.9$ (90%), a proizvedena snaga, u tom slučaju, će biti:
Pimm=0.9 x 55.80 [kW] = 50.22 [kW].

Pored poštovanja gore navedenih kriterijuma, dimenzionisanje stringa solarnih panela je urađeno uzimajući u obzir dodatne uslove:

- minimalnog i maksimalnog napona stringova u cilju omogućavanja rada invertera pri tački maksimalne snage (MPPT);
- maksimalnog ulaznog napona invertera na strani strujnog kola;
- maksimalna ulazna struja invertera na strani strujnog kola.

Sve metalne mase na krovu (solarne panele i podkonstrukciju) za nošenje istih je potrebno uzemljiti.

2.3. Izbor i opis DC razvoda

Priključenje solarnih panela na DC stranu odabranog invertera vrši se jednožilnim provodnicima tipa HIKRA SOL 1500V, DC (H1Z2Z2-K) poprečnog presjeka 1x6 mm². Ovaj tip kabla je predviđen za kabliranje svih dionica u svim podsistemima.

Usljed velikih temperatura koju generišu fotonaponski paneli, neophodno je koristiti specificirane provodnike. Odabrani kabl je namijenjen za upotrebu u solarnim instalacijama npr. IEC 60364-7- 712 i pogodan za primjenu kod opreme sa zaštitnom izolacijom (klasa zaštite II). Dvostruko izolovani HIKRA SOL 1500V solarni kabl namijenjen je za trajnu upotrebu na otvorenom i zatvorenom prostoru, za pokretne, viseće ili fiksne instalacije. Robusni materijali obezbeđuju dugoročnu otpornost na uticaje sredine, maksimalan kvalitet i sigurnost. Pravilnom upotrebom očekivani vijek trajanja ovog proizvoda će biti najmanje 25 godina. Zahvaljujući otpornosti na atmosferske uslove, kabl ima specifičnu vodonepropusnost i može se instalirati pod zemlju.

Tehničke karakteristike odabranih solarnih kablova

Tip/proizvođač	HIKRA SOL 1500V, DC (H1Z2Z2-K), 1x6 mm ²
Konstrukcija	licnasti bakarni provodnik (elektrolitički bakar), tanke bakarne licne prema standardu IEC 60228 klasa 5
Izolacija	elektronski snop povezanog Poliolefina, tvrdoća D32 Spoljni omotač elektronski snop specijalno povezanog jedinjenja XLPO; tvrdoća D36
Spoljni omotač	elektronski snop specijalno povezanog jedinjenja XLPO; tvrdoća D36
Nominalni napon	1.5 kV DC i 1.0 kV AC
Maksimalni dozvoljeni radni napon	1.8 kV DC
Naponski test na kompletnom kabl	6.5 kV AC / 15 kV DC (5 min u vodi, 20+-5°C)
Temperatura kratkog spoja	250°C/5s
Temperaturni opseg	-40°C do +90°C; maksimalna temperatura provodnika +120°C

DC kablovski izvodi do 1 kV jednosmerne struje, za potrebe snabdijevanja električnom energijom, na objektu se štite od preopterećenja i kratkog spoja odgovarajućim niskonaponskim rastavljačkim osiguračima odgovarajuće prekidne moći. Osigurački rastavljači su već smešteni u inverterskim jedinicama. Odvajanje čitavog seta panela (stringova) fotonaponskog podsistema od invertera se vrši preko teretne sklopke koja je ugrađena u samom inverteru.

Provodnici se polažu kroz toplocinkovane regale na krovu, a dijelom kroz tvrde halogenfree cijevi fiksirane odgovarajućim obujmicama po zidu i plafonu.

2.4. Izbor i opis invertora

Inverterski (DC/AC konverter) dio predstavlja vezu solarnog panela i lokalne distributivne mreže i sastoji se od 1 inverterske jedinice. Inverter se povezuje na sabirnice u RO-AC/DC razvodnom ormaru naizmjenične struje.

Tabela 3: Tehničke karakteristike odabranog invertora

Tip proizvođača:	BLUE PLANET 50TL3 XL- KACO ili ekvivalent
Broj invertora:	1
Nominalna snaga:	50 kVA
Maksimalna snaga PV ćelija	70 kW
Maksimalna izlazna snaga	52 kW ($\cos\varphi=1$)
Maksimalni DC napon	1000 V
Start-up ulazni DC napon(opseg)	580V - 900 V
MPP opseg	580V - 1050 V
Maksimalna ulazna DC struja	90 A
Maksimalan broj stringova	10 (XL VERZIJA INVERTERA)
Opseg izlaznog napona AC	3/N/PE 230V/400V
Maksimalna izlazna struja AC	3x72.2A
Maksimalna efikasnost	98.5%
Evropska efikasnost	98.1%
Opseg izlazne frekvencije	50/60Hz - 6Hz/+5Hz
Izobličenje struje THD	1,6%
$\cos \varphi$	1
Stepen zaštite	IP65
Dimenzije	760/500/425
Težina	73kg

Sistem napajanja sadrži obnovljive izvore energije (solarne panele), iz kojih se energija dobija samo kada postoji prirodni resurs (sunce). Osnovni koncept funkcionisanja kod ovakvih obnovljivih izvora energije je da se maksimalno koristi energija koju oni mogu da daju. Ovo se ostvaruje pomoću tragača tačke maksimalne snage (eng. maximum power point trackers - MPPT) ugrađenim unutar pretvarača – invertora, te se na taj način cjelokupna maksimalna proizvedena električna energija isporučuje na sabirnice priključnog mjesta.

U inverteru su takođe integrisane prekostrujna i kratkospojna zaštita na DC i AC strani, frekventna (nad/pod) na AC strani, kao i naponska (pod/pre) takođe na AC strani.

2.5. Priključenje na elektrodistributivnu mrežu

Naizmjenično napajanje obezbjeđuje se sa AC strane invertora preko AC razvodnog ormara 0.4 kV, oznaka RO-AC/DC (koji će biti smješten u prostoriji do ulaznih vrata u objekat) do planiranog mjernog ormara PMO, koji se nalazi na granici parcele. Veza se ostvaruje polaganjem kablova tipa PP00 4x35 mm²+1x25 mm².

Ormar RO-AC/DC je metalni za montažu na zidu u stepenu zaštite IP54, sa uvodom kablova sa donje strane za smještaj i međusobno povezivanje opreme. Za uvod kablova u ormar predvidjeti potreban broj odgovarajućih kablovskih uvodnica. U ormaru RO-AC/DC se pored zaštitne opreme nalazi i kontrolno 5A-rsko mjerenje. Obaveza ugradnje brojila je Cedis-a.

Obračunsko brojilo je smješteno u PMO ormaru I predstavlja brojilo za koje se veže buduća solarna elektrana. Projektovana jednovremena snaga je 96.35 kW. Brojilo je 5A-rsko, trofazno, dvotarifno, dvosmjerno, sa mogućnošću mjerenja aktivne energije, reaktivne energije i vršnog opterećenja, dvosmjerno (smjer preuzete i smjer predate električne energije), sa integrisanim uređajem za upravljanje tarifama i daljinskim očitavanjem. (obaveza Cedis-a).

2.6. Proizvodnja solarne elektrane i sistem sopstvene potrošnje

U nastavku se daje proračun proizvedene električne energije urađen na namjenskom sajtu Evropske komisije za proračun planirane godišnje proizvodnje električne energije za gore navedenu grupu.

Po definiciji sopstvena potrošnja je snaga koja je potrebna za rad pomoćnih pogona elektrane. U ovom slučaju ta snaga predstavlja napajanje invertera u stand by režimu tj. u periodu kada elektrana (solarni paneli) nema proizvodnju odnosno za vrijeme noći, ranih jutarnjih časova i u predvečerju. Upravo ti gubici u radu su označeni kao sopstvena potrošnja solarne elektrane i ako postoje određeni gubici na inverteru. Napajanje invertera u periodu kada elektrana ne proizvodi električnu energiju nije ključno i zanemarljivo je u odnosu na instalisanu snagu predmetne elektrane.

Opšti ulazni podaci i Legenda simbola:

Nominalna snaga instalisanog sistema: 55.80 kWp

Gubici sistema (kablovi, inverteri): 14%

Fiksni nagib solarnih panela: 5° na krovu objekta

Em: Prosječna mjesečna proizvodnja električne energije iz datog sistema (kWh)

Hi: Prosječna mjesečna suma globalnog zračenja po kvadratnom metru koju primaju paneli datog sistema (kWh/m²)

Sdm: Standardno odstupanje mjesečne proizvodnje električne energije zbog varijacija od godine do godine (kWh)

Tabela 4: Proizvodnja buduće solarne elektrane

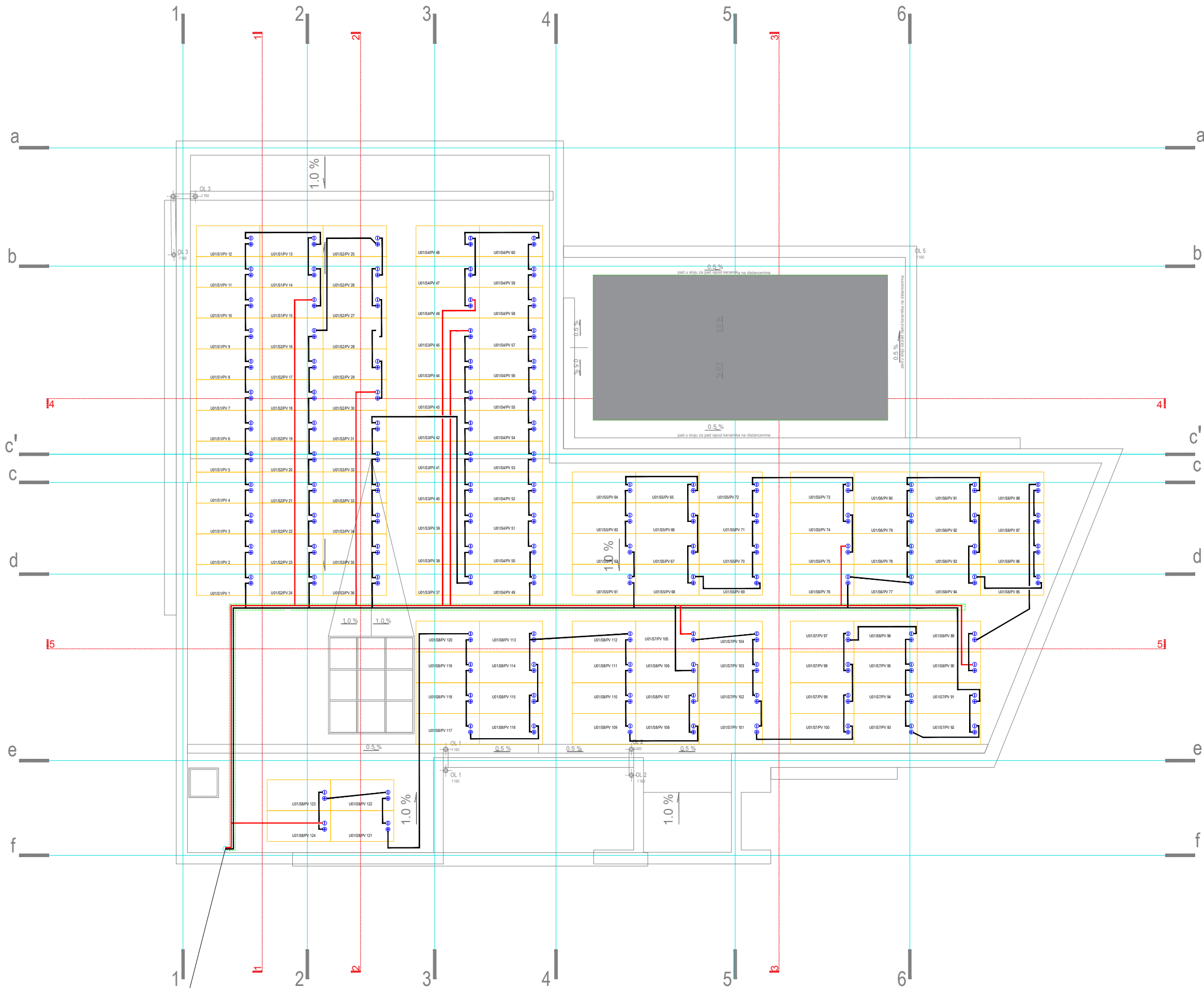
Mjesec	Ed (kWh)	Em (kWh)	Sdm(kWh)	Hi (kWh/m ²)
Januar	86.87	2693.1	334.90	60.90
Februar	119.93	3358.1	456.00	74.90
Mart	173.75	5386.5	654.90	121.50
April	230.91	6927.3	621.20	160.80
Maj	263.01	8153.4	442.90	192.10
Jun	280.08	8402.6	381.70	203.00
Jul	283.91	8778.9	293.50	215.00
Avgust	258.20	8004.5	449.60	195.30
Septembar	192.75	5975.5	311.70	142.70
Oktober	146.36	4390.9	392.40	102.50
Novembar	94.76	2842.8	356.00	69.50
Decembar	13.82	428.5	510.60	58.20
Prosječno godišnje	184.50	67342.12	433.71	133.03
Ukupna godišnja proizvodnja SE				67342.12 kWh

*Tabela 5: Potrošnja objekta na nivou brojila u PMO ormaru
– tačka priključenja **male solarne elektrane***

Prosječna mjesečna potrošnja objekta	67342.12 kWh
Prosječna godišnja potrošnja objekta (OBp)	96350.00 kWh
Prosječna godišnja potrošnja objekta nakon instaliranja solarne elektrane = (OBp) - (SEp)	+29007.88 kWh

B. NUMERIČKA DOKUMENTACIJA

C. GRAFIČKA DOKUMENTACIJA



LEGENDA:

SOLARNI PANEL 450Wp

SOLARNI KABAL H1ZZ22-K 1x6 mm²

LESTVIČASTI REGAL ŠIRINE 100mm SA POKLOPCEM

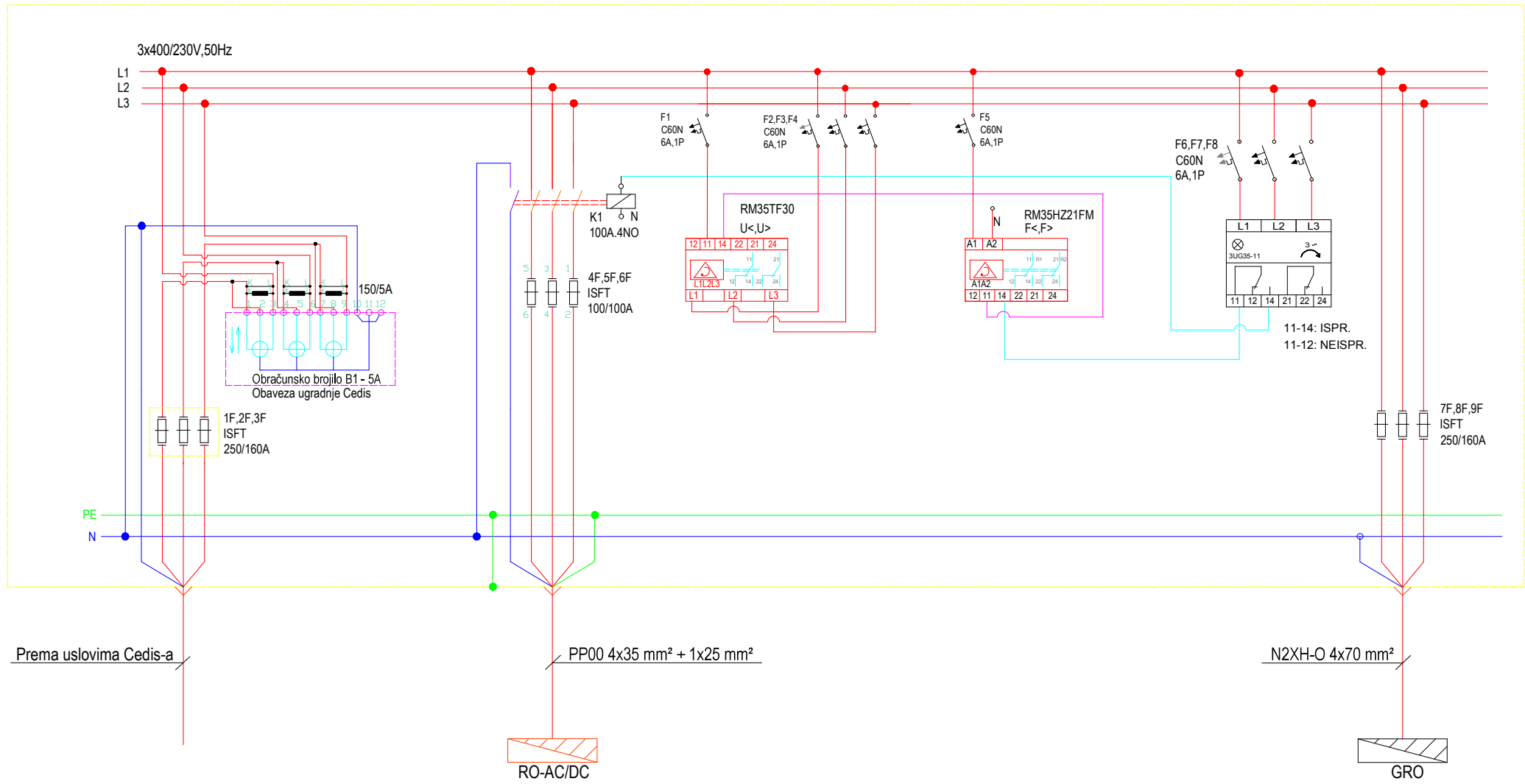
U01S8/PV 118


BROJ PV ČELIJE (OD UKUPNOG BROJA)

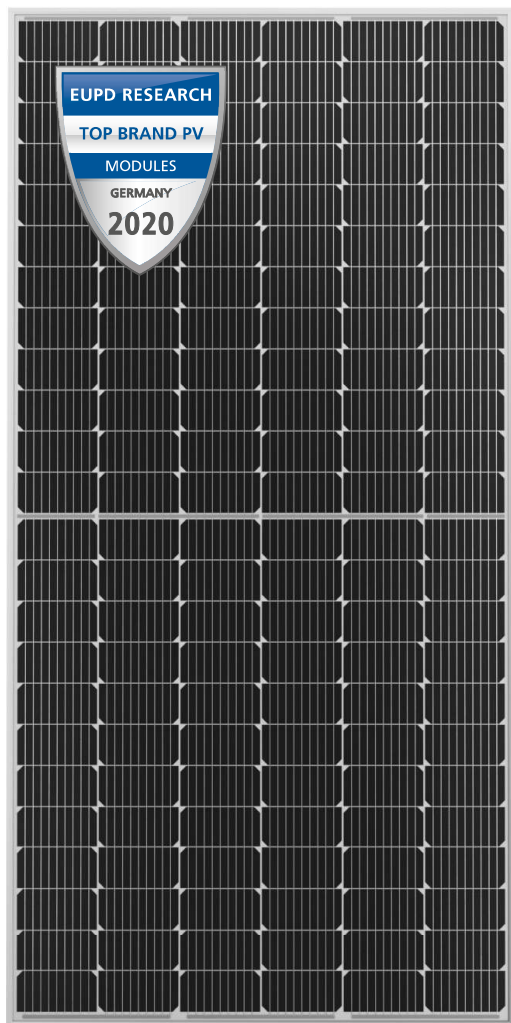
STRING - BROJ STRINGA

INVERTER

PROJEKTANT: republički zavod za urbanizam i projektovanje IZUP Bulevar revolucije 2 PODGORICA		Investitor: OPŠTINA BAR	
Objekat:	DNEVNI CENTAR ZA DJECU SA SMETNJIAMA U RAZVOJU	Lokacija: UP 2286, BLOK 1-DUP "Polje Zaljevo" u Baru kp 2286, KO Polje, Bar	
Glavni inženjer	arh.Dragana Čukić, dipl.Ing.	Vrsta tehničke dokumentacije: GLAVNI PROJEKAT	
Odgovorni inženjer	Dragoljub Joksović d.i.e.	Dis tehničke dokumentacije: Elektrotehnički projekat dokumentacije: PV Elektrana	
Saradnik		Prilog: OSNOVA KROVA RASPRED SOLARNIH PANELE I KABLOVSKIE VEZE	Bz. priloga 1. Br. strane 21.
Datum izrade I.M.P.:		Datum revizije I.M.P.:	
Mart 2022			



<div></div> <div>PROJEKTANT: republički zavod za urbanizam i projektovanje Bulevar revolucije 2 PODGORICA</div>		Investitor: OPŠTINA BAR		
Objekat:	Dnevni centar za djecu sa smetnjama u razvoju	Lokacija: UP 2286, BLOK 1-DUP "Polje Zaljevo", Bar KP 2286, KO Polje, Bar		
Glavni inženjer	arh. Dragana Čukić, dipl.ing.	Vrsta tehnicke dokumentacije: GLAVNI PROJEKAT		
Odgovorni inženjer	Dragoljub Joksović dipl.ing.el.	Dio tehnicke dokumentacije: Elektrotehnički projekat - PV Elektrana		
Saradnik		Prilog:	Br. priloga	Br. strane
		TROPOLNA ŠEMA PMO (Obračunsko brojilo)	3.	23.
Datum izrade i M.P.:		Datum revizije i M.P.:		
Mart 2022				



- + REDUCED LOSSES DURING PARTIAL SHADING
- + HIGHER YIELD: MORE REFLECTION ON CELL SURFACE
- + APPLICATIONS: ALL-ROUNDER FOR ALL SYSTEMS IN THE DIMENSIONS 1:2
- + ECO: ESPECIALLY ECONOMIC AND RELIABLE



product guarantee¹



linear performance guarantee¹



ECO LINE HALF CELL

M144 / 440 - 460 W

MONOCRYSTALLINE MODULE FAMILY



Longlife tested



Power proofed



Safety provided



Selection of components



Cross-linking degree test



Performance surplus of 0 Wp to 6.49 Wp



100% PID free cells



Special packing to avoid micro cracks in the cells



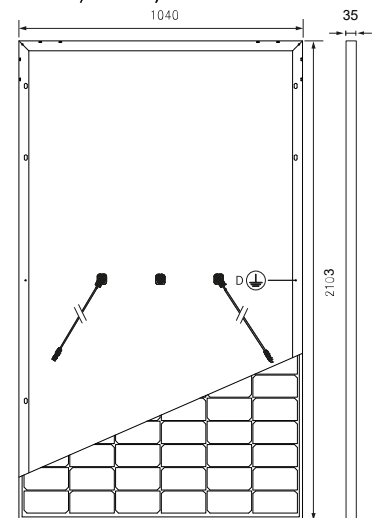
German warrantor

ECO LINE HALF CELL M144 / 440 - 460 W

Monocrystalline module family

Module type LX - XXXM/166-144+ | XXX = Rated power P_{mp}

Back - / Front - / Side view^{3/4}



Electrical data at STC

Rated power P _{mp} [Wp]	440	445	450	455	460
P _{mp} range to	446.49	451.49	456.49	461.49	466.49
Rated current I _{mp} [A]	10.70	10.74	10.79	10.83	10.88
Rated voltage V _{mp} [V]	41.16	41.44	41.73	42.03	42.32
Short-circuit current I _{sc} [A]	11.30	11.34	11.39	11.44	11.49
Open-circuit voltage U _{oc} [V]	49.00	49.34	49.68	50.03	50.38
Efficiency at STC up to	20.21%	20.44%	20.66%	20.89%	21.12%
Efficiency at 200 W/m ²	19.68%	19.90%	20.13%	20.34%	20.58%

Electrical data at NOCT

Power at P _{mp} [Wp]	324.99	328.94	333.23	337.26	341.65
Rated current I _{mp} [A]	8.55	8.59	8.64	8.69	8.74
Rated voltage V _{mp} [V]	37.99	38.28	38.56	38.83	39.11
Short-circuit current I _{sc} [A]	9.12	9.15	9.20	9.24	9.28
Open-circuit voltage U _{oc} [V]	45.22	45.55	45.89	46.22	46.56

Specification as per STC (Standard test conditions): irradiance 1000 W/m² | module temperature 25°C | Air Mass = 1.5
NOCT (nominal operating cell temperature): irradiance 800 W/m² | wind speed 1 m/sec | ambient temperature 20°C | cell operating temperature 45 +/- 2°C | Air Mass = 1.5

Limiting values

Max. system voltage [V]	1000 V or 1500 V
Max. return current [I]	20 A
Operating Temperature	-40 to 85°C
Safety class	II
Max. tested pressure load [Pa] ²	5400
Max. tested tensile load [Pa] ²	2400

Temperature coefficient

Temperature coefficient [V] [I] [P]	-0.30% /°C 0.05% /°C -0.385% /°C
---	--------------------------------------

Specifications

Number of cells (matrix)	144 (6 x 24) 166 mm x 83 mm
Module dimensions (LxWxH) ³ Weight	2103 mm x 1040 mm x 35 mm 25 kg
Front-side glass	3.2 mm tempered highly transparent, anti-reflection solar glass
Frame	stable, anodised aluminium frame
Junction Box	IP68
Cable	0.350 m or 1.25 m 4 mm ² solar cable
Diodes	3 Bypass Diodes
Plug-in connection	MC4 or MC4 compatible
Hail test (max. hailstorm)	Ø 25 mm impact velocity 80 km/h

The specifications and average values can vary slightly. Relevant is the corresponding data of the individual measurement. Specifications are subject to change without notice. Measurement tolerance depending on equipment: rated power +/- 3%, other values +/- 10%. All information given in this data sheet corresponds to DIN EN 50380. A potential light-induced degradation of the power after commissioning is not considered here. Further information in the installation manuals.

1 The specific warranty conditions are given under www.luxor-solar.com/downloads.html

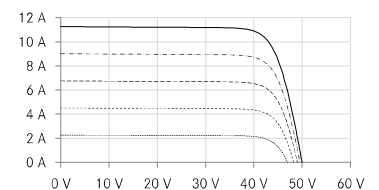
2 Horizontal mounted

3 Tolerance L/W = +/- 3 mm. H +/- 2mm. the dimensions given in the order confirmation will be decisive

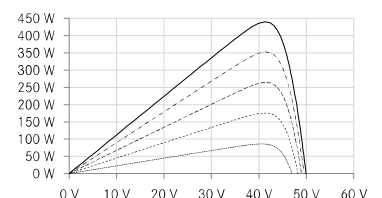
4 Location and dimensions of holes on request

Electrical characteristics

UI-diagram e.g. LX-440M/166-144++



UP-diagram e.g. LX-440M/166-144++



..... 200 W/m²
--- 400 W/m²
— 600 W/m²
- - - 800 W/m²
— 1000 W/m²

Luxor. your specialised company



IEC
IEC 61215
IEC 61730



The validity of the certificates/listings for a specific country has to be examined under:
www.luxor-solar.com/downloads.html

blueplanet 50.0 TL3

Transformerless, three-phase string inverter.



The inverter you can count on.

Compact wall-mounted unit for decentralised megawatt projects

Tailored for economical use in solar parks

Special properties for extreme climatic conditions

Farsighted technical features for future requirements

Installation-friendly connection area, user-friendly operation

Integrated section switches for cost-effective grid and plant protection with Powador-protect



Technical Data

DC input data		50.0 TL3
Max. recommended PV generator power		70 000 W
MPP range		580 ¹⁾ – 900 V
Operating range		580 ¹⁾ – 1 050 V
Rated DC voltage / start voltage		600 V / 670 V
Max. no-load voltage		1 100 V
Max. input current		90 A
Max. short circuit current $I_{sc\ max}$		190 A
Number of MPP tracker		1
Connection per tracker		S / B / M: 1; XL: 10
AC output data		
Rated output		50 000 VA
Max. power		52 000 VA
Line voltage		240 V / 415 V (3 / N / PE; 3 / PEN)
		230 V / 400 V (3 / N / PE; 3 / PEN)
		220 V / 380 V (3 / N / PE; 3 / PEN)
Voltage range (Ph-Ph)		305 – 480 V
Rated frequency (range)		50 Hz / 60 Hz (42 – 68 Hz)
Rated current		3 x 69.6 A @ 415 V
		3 x 72.2 A @ 400 V
		3 x 76.0 A @ 380 V
Max. current		3 x 76.5 A
Reactive power / cos phi		0 - 100 % S_{nom} / 0.30 ind. – 0.30 cap.
Max. total harmonic distortion (THD)		1.6 %
Number of grid phases		3
General data		
Max. efficiency		98.5 %
Europ. efficiency		98.1 %
CEC efficiency		98.0 %
Standby consumption		2.5 W
Circuitry topology		transformerless
Mechanical data		
Display		graphical display + LEDs
Control units		4-way navigation + 2 buttons
Interfaces		Ethernet, USB, RS485, optional: 4-DI
Fault signalling relay		potential-free NOC max. 30 V / 1 A
DC connection		S / B / M: max.120 mm ² cable plug, Cu / Al XL: DC plugs (SUNCLIX)
AC connection		screw terminals, max. 95 mm ² , Cu / Al
Ambient temperature		-20 °C – +60 °C ²⁾
Humidity		0 – 100 %
Max. installation elevation (above MSL)		3 000 m
Min. distance from coast		2 000 m / 500 m (OD+ version)
Cooling		temperature controlled fan
Protection class		IP65
Noise emission		< 61 db (A)
H x W x D		760 x 500 x 425 mm
Weight		70 kg (S), 71 kg (B / M), 73 kg (XL)
Certifications		
Safety		IEC 62109-1/-2, EN 61000-6-1/-2/-3, EN 61000-3-11/-12
Grid connection rule		overview see homepage / download area

¹⁾ 560 V @ 220 V / 380 V; 610 V @ 240 V / 415 V

²⁾ Power derating at high ambient temperatures

Versions	S	B	M	XL	XLF
Number of DC inputs	1	1	1	10	10
DC switch	-	✓	✓	✓	✓
Fuse holder PV+ without fuse	-	-	-	✓	✓
String protection PV -	-	-	-	○	○
DC surge protection	-	-	○	Type 1 + 2	Type 1 + 2
AC surge protection	-	-	○	○	○
OD+	★	★	★	★	★

standard = ✓ upgradeable = ○ optional = ★

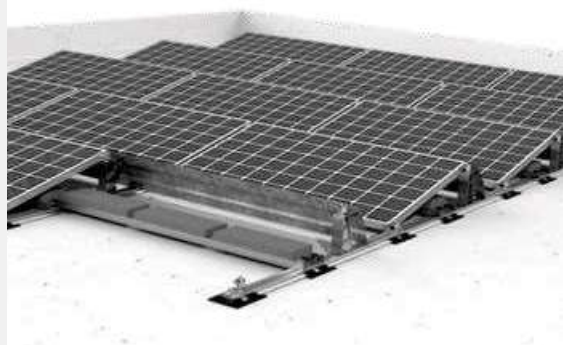
The text and figures reflect the current technical state at the time of printing. Subject to technical changes. Errors and omissions excepted.
This current version replaces all older versions. Download the most current version at: www.kaco-newenergy.com

Flat Roof Mounting System

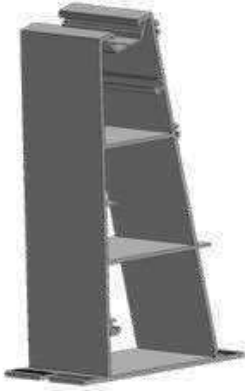


Aerodynamically Optimised System

- ▶ Extremely low surface load and roof fastenings without roof penetration
- ▶ Low ballast due to aerodynamic optimisation of the design
- ▶ Optimised rear ventilation for maximum energy yield
- ▶ Aerodynamically optimised as a result of wind tunnel testing
- ▶ Easy installation

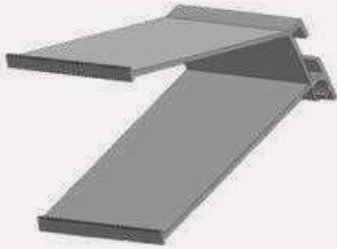


ISOFLAT S13



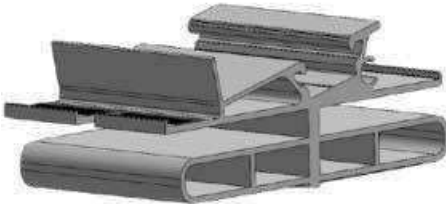
ISOFLAT BS13 V1.2

- ▶ Flat S Tower
- ▶ Compatible with EasyClamps
- ▶ Compatible with M8 T-Head Bolts
- ▶ Material: Aluminium ENW 6063 T66



ISOFLAT RBP13 V1.2

- ▶ Flat S Wind deflector part
- ▶ Compatible with M8 T-Head Bolts
- ▶ Material: Aluminium ENW 6063 T66



ISOFLAT FS13 V1.2

- ▶ Flat S front connector
- ▶ Compatible with EasyClamps
- ▶ Compatible with M8 T-Head Bolts
- ▶ Material: Aluminium ENW 6063 T66



FLATRAY V1.2 L100 - 2000

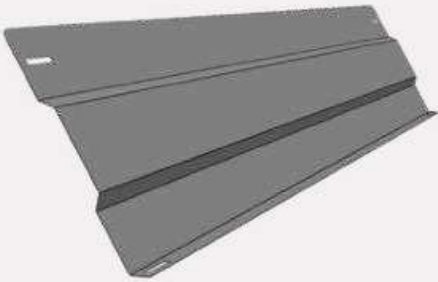
- ▶ Rail for ISOFLAT S
- ▶ Cable channel feature
- ▶ Compatible with M8 T-Head Bolts
- ▶ Material: Aluminium ENW 6063 T66

ISOFLAT S13



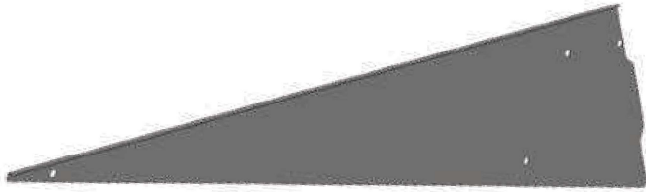
L Profile

- ▶ Used when required ballast is greater than 65 kg
- ▶ Compatible with M8 T-Head Bolts
- ▶ Material: Aluminium ENW 6063 T66



ISOFLAT RUA13 V.1.2

- ▶ FLAT S Back Wind deflector
- ▶ Material: Galvanized Steel



ISOFLAT RSA13 V.1.2 L & R

- ▶ FLAT S Side Wind deflector
- ▶ Compatible with M8 Inbus Bolts
- ▶ Material: Galvanized Steel



EasyClamp V1 Middle + End Clamp

- ▶ Delivered in set with integrated nut and spring. Can reduce pv module installation time up to 15%
- ▶ Compatible with all Isotec profiles. Universal clamps work with framed pv modules between 35 - 45 mm height.



T Bolt & Washer

- ▶ Dimension: M8 x 25
- ▶ Stainless Steel A2-70

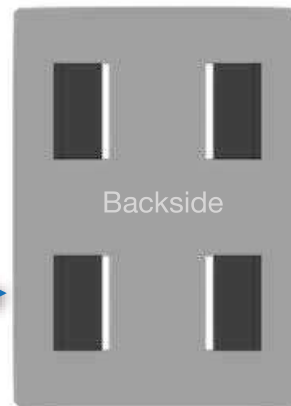


ISOFLAT S13

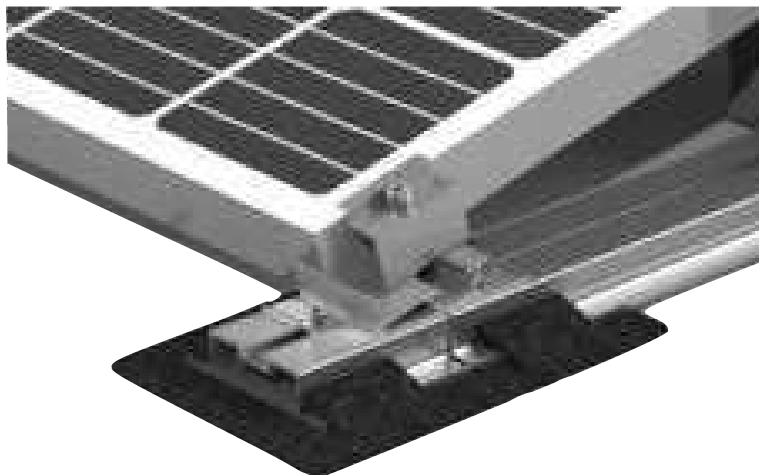


Building protection

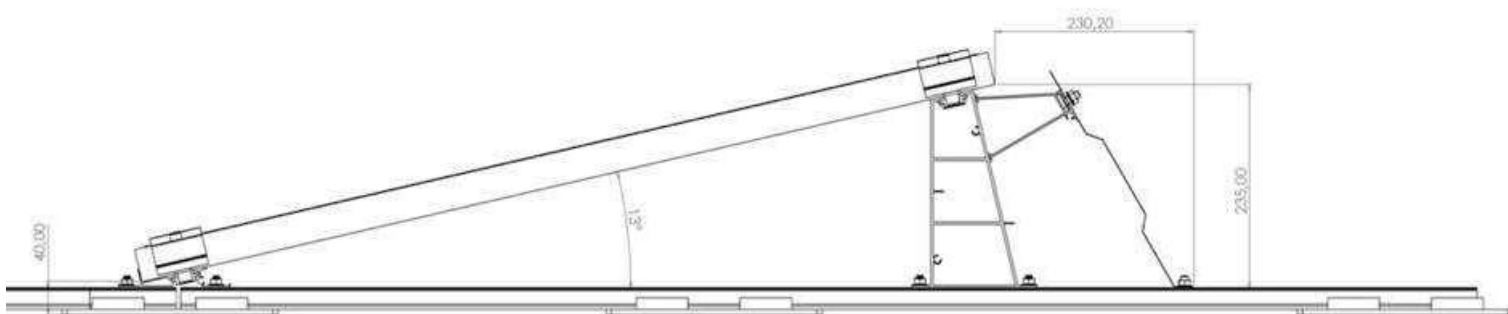
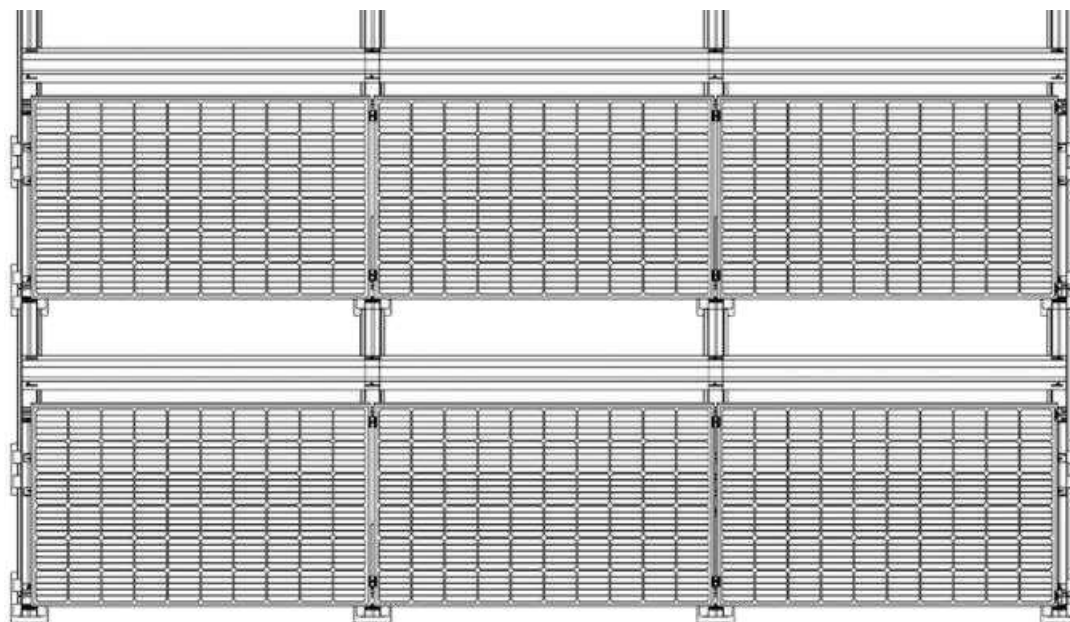
- ▶ Used to achieve a better adhesion to the roof skin and not to damage the roof epidermis
- ▶ Compatible with FLATRAY
- ▶ Back side in Aluminium for membrane roofs



- ▶ Chemically compatible with all types of membranes.
- ▶ Flame-resistant: classification B Roof (t1) according to DIN EN 13501-5 after DIN V ENV 1187 test.



ISOFLAT S13

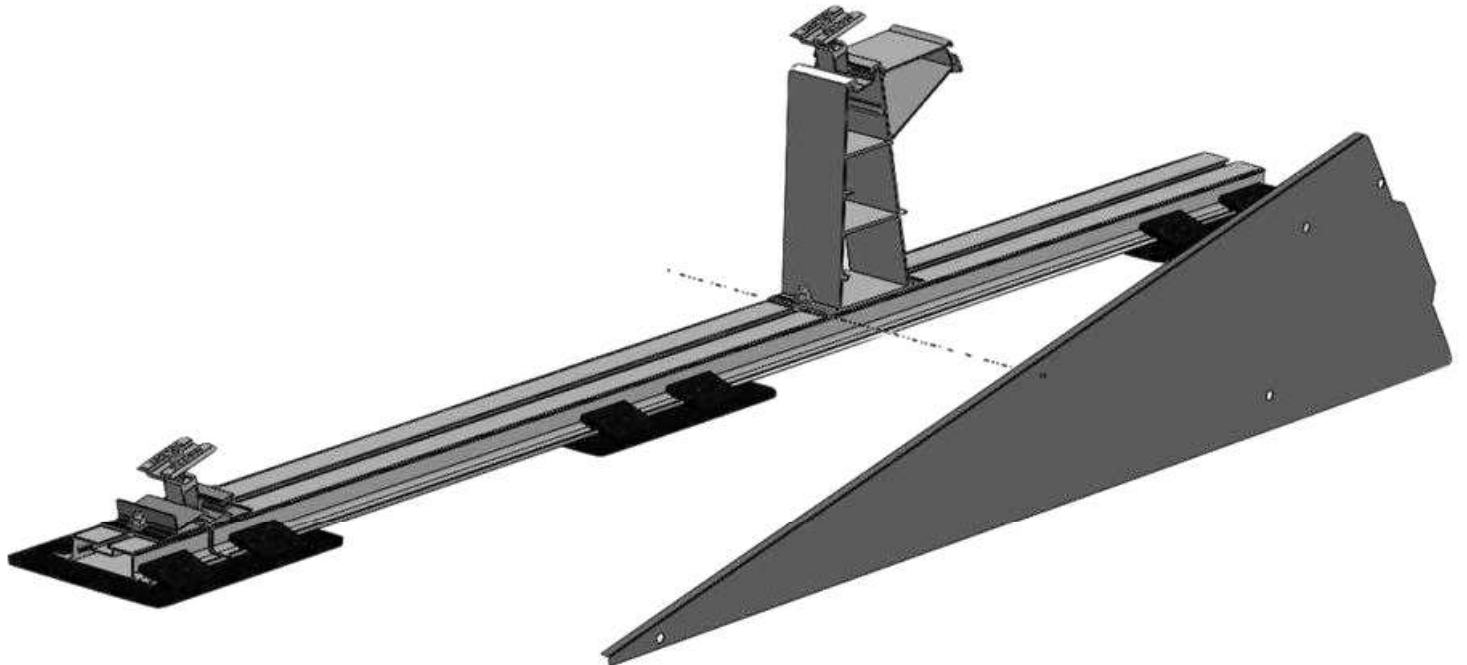
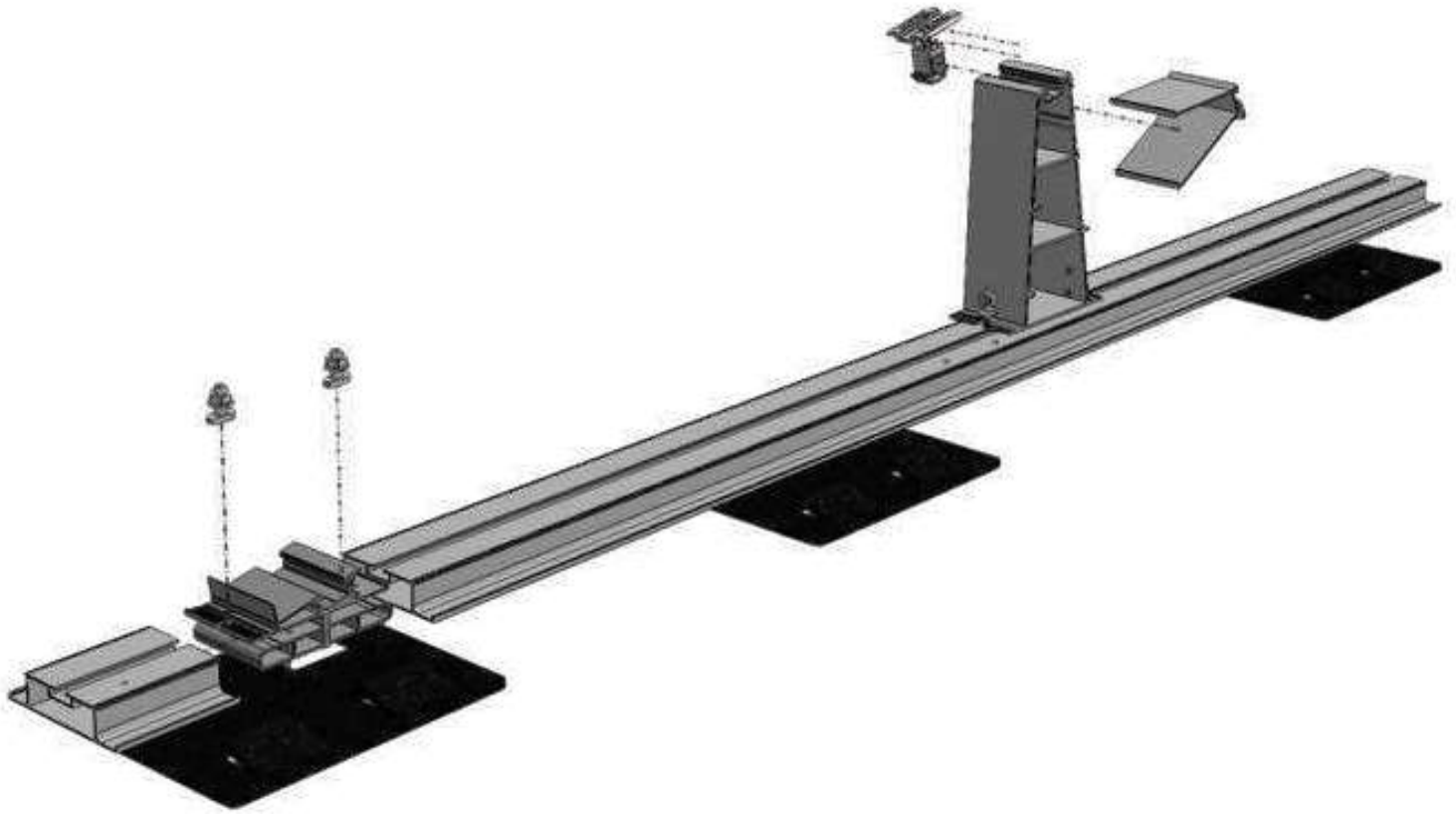


Technical Data

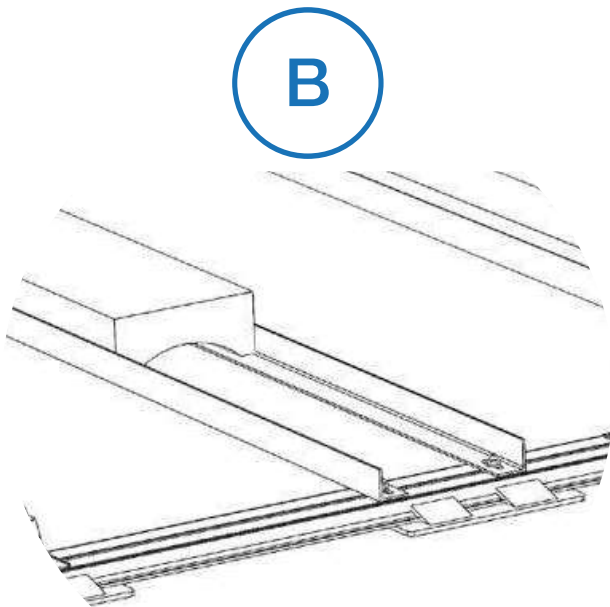
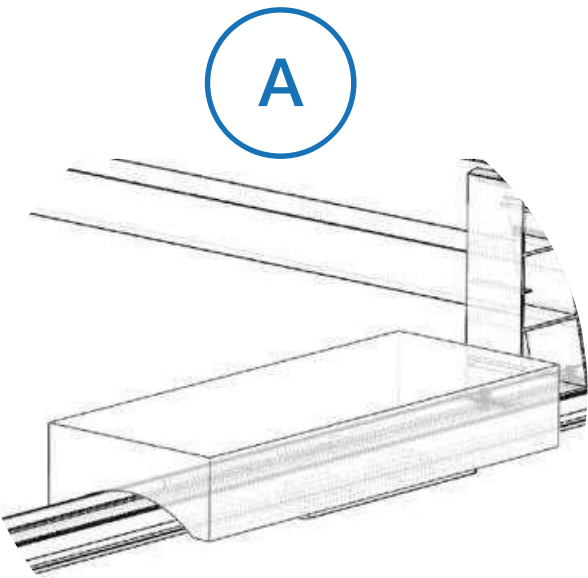
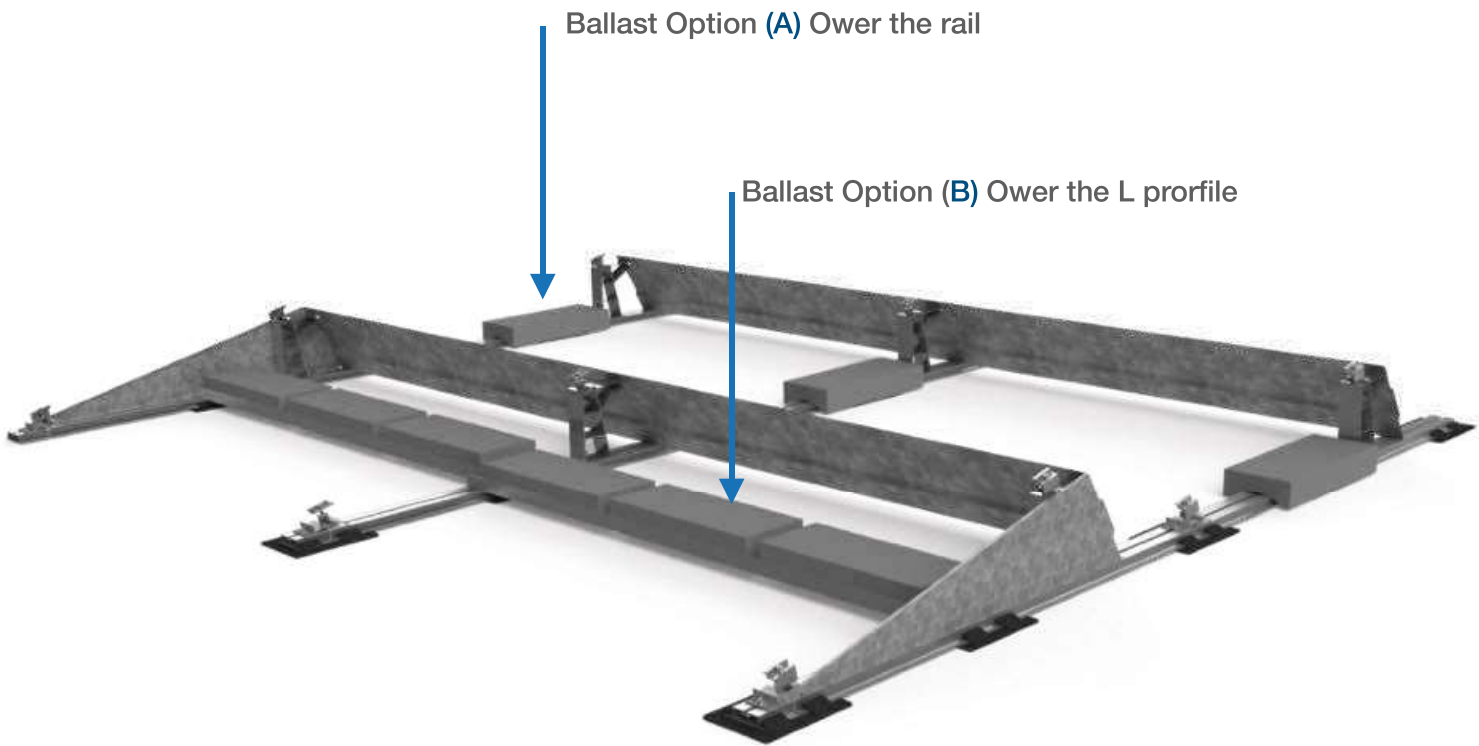
ISOFLAT S13	
Scope of application	Flat roofs, concrete, bitumen, sheets, green roofs, gravel or trapezoidal sheets
Compatible Solar Panel	L: 640mm - 1960mm W: 990mm-1010mm H: 30mm - 45mm
Fixation	Ballasted
Inclination angle	13°
Material	Profile and clamps : Aluminium 6063-T66 Support : Building Protection Fasteners : Stainless A2-70
Technical specifications	Thermal separation after a maximum of 15 m Minimum distance to the edge of the roof 550 mm



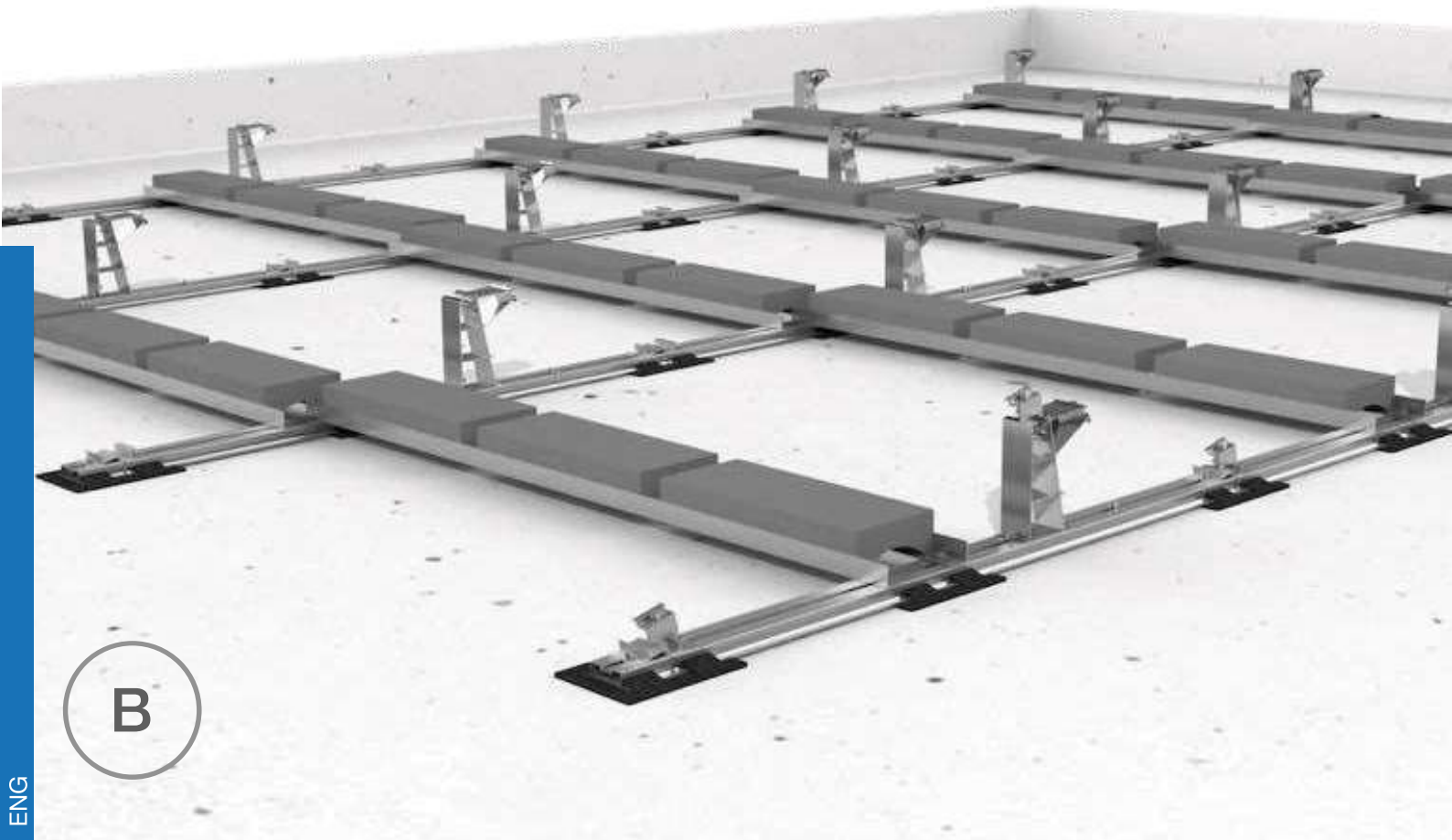
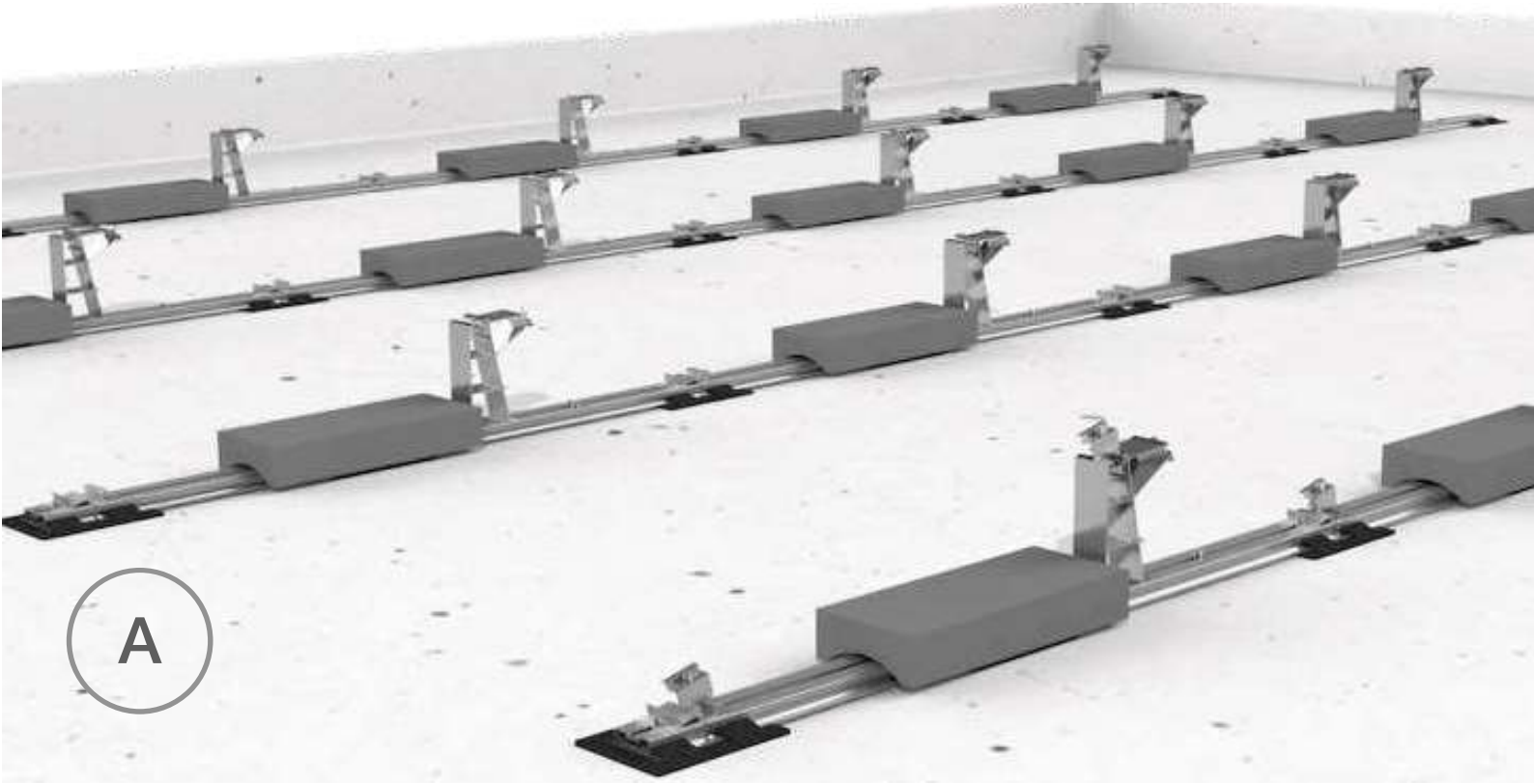
Assembly



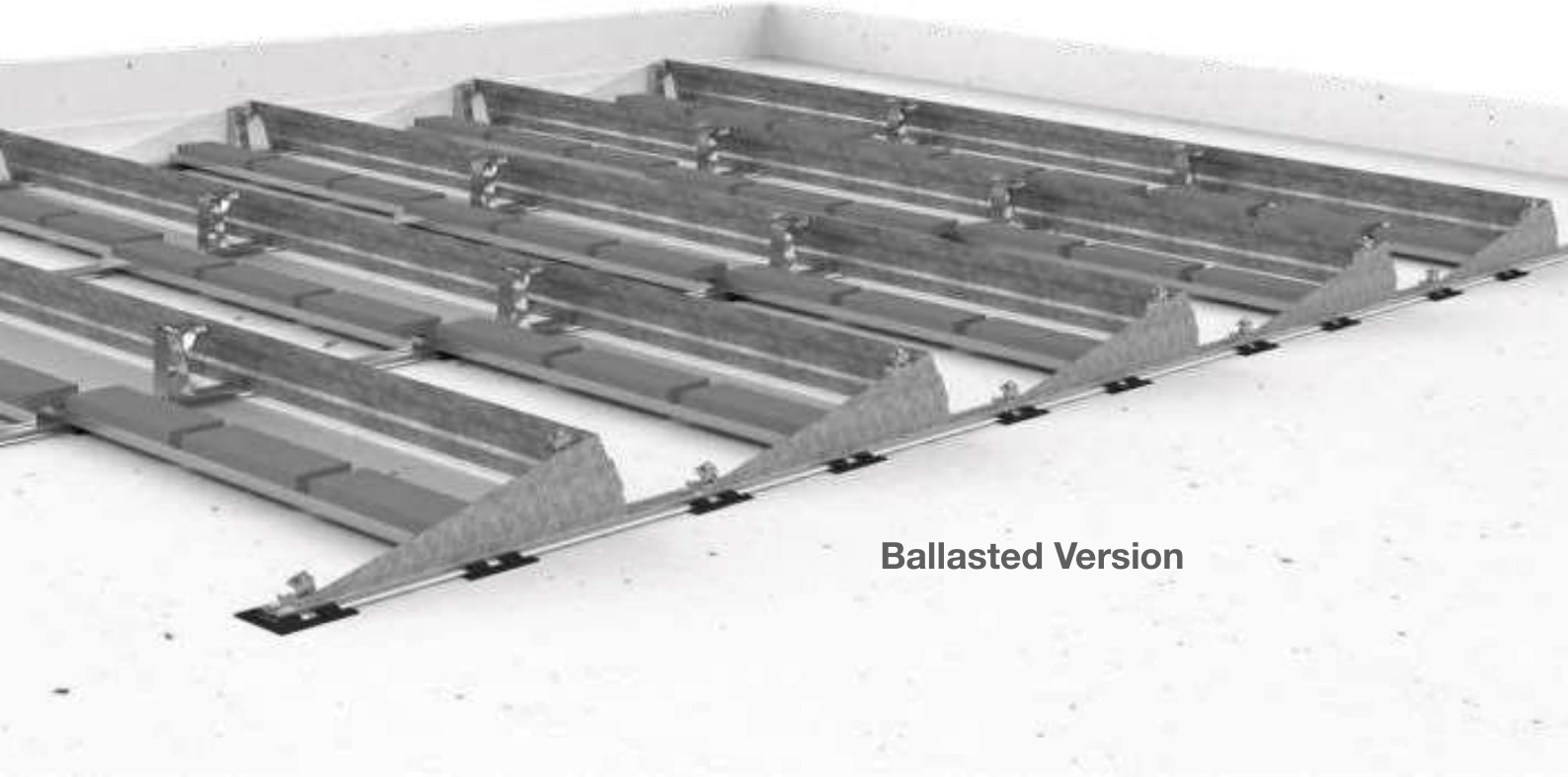
Ballast Options



Ballast Options



ISOFLAT S13



Ballasted Version



Ejobar Version

ENG



+90 216 693 23 49

www.isotec.com.tr

06/2019

ISOFLAT S13

No. P/6255.0/07.19

**Wind tunnel based design data for the ISOTEC ISOFLAT
S13 and D13 photovoltaic roof mount systems**

