

03 NASLOVNA STRAN NAČRTA

NAZIV GRADNJE: MFE DSO TEZNO
KRATEK OPIS GRADNJE: **Namestitev modulov in električne opreme na strehe**
MFE DSO TEZNO
INVESTITOR: **Dom starejših občanov Tezno, Panonska ulica 41, 2000 Maribor**
parc. št. 2279/4, 2279/5, 2279/6, katastrska občina 680 Tezno
VRSTA DOKUMENTACIJE: **PZI**
VRSTA GRADNJE: **Investicijsko vzdrževanje**
ŠTEVILKA PROJEKTA: **2208/24-MC**
STROKOVNO PODROČJE NAČRTA: **Načrt s področja elektrotehnike**
ŠTEVILKA NAČRTA: **2208/24-MC**
DATUM IZDELAVE NAČRTA: **Avgust, 2024**

IZDELOVALEC NAČRTA (Ime in priimek poobl. inž.): dr. **Klemen Stopar**, univ.dipl.inž.el.
Identifikacijska številka: **IZS PI E-1396**
Podpis: Žig:

dr. KLEMEN STOPAR
univ.dipl.inž.el.
IZS PI E-1396



PODATKI O PROJEKTANTU (Projektant): **SONCE energija d.o.o.**
Šmartinska cesta 130, 1000 Ljubljana

ODGOVORNA OSEBA PROJEKTANTA: **Roman Gregorn**, univ. dipl. oec.
Podpis: Žig:

KAZALO VSEBINE PROJEKTA

KAZALO NAČRTOV

PZI

Naziv načrta

Številka načrta

Načrt s področja elektrotehnike

2208/24-MC

KAZALO IZKAZOV

PZI

Naziv izkaza

IZJAVA PROJEKTANTA IN VODJE PROJEKTIRANJA

PROJEKTANT

projektant (naziv družbe)	SONCE energija d.o.o.
sedež družbe	Šmartinska c. 130, 1000 Ljubljana
odgovorna oseba projektanta	Roman Gregorn

IN VODJA PROJEKTIRANJA

vodja projektiranja	dr. Klemen Stopar, doktor znanosti s področja elektrotehnike
---------------------	---

IZJAVLJAVA

da je projektna dokumentacija za izvedbo gradnje (PZI):

Številka projekta	2208/24-MC
Datum izdelave	Avgust, 2024

- skladna z zahtevami prostorskega izvedbenega akta;
- da so bili v izdelavo projektne dokumentacije vključeni ustrezni pooblaščen arhitekti, pooblaščen krajinski arhitekti in pooblaščen inženirji s področja gradbeništva, elektrotehnike, strojništva, tehnologije, požarne varnosti, geo-tehnologije in rudarstva, geodezije ali prometnega inženirstva ter strokovnjaki z drugih strokovnih področij, katerih strokovne rešitve so glede na namen in zahtevnost objekta ter namen izdelave projektne dokumentacije potrebni, tako da je ta izdelana celovito in medsebojno usklajena, in
- da je s projektno dokumentacijo v celoti zagotovljeno izpolnjevanje bistvenih in drugih zahtev objekta.

vodja projektiranja	dr. Klemen Stopar, doktor znanosti s področja elektrotehnike
identifikacijska številka	E-1396
podpis vodje projektiranja	

Klemen

dr. KLEMEN STOPAR
univ. dipl. inž. el.
IZS PI E-1396

odgovorna oseba projektanta	Roman Gregorn
podpis odgovorne osebe projektanta	

KAZALO VSEBINE NAČRTA, št. 2208/24-MC

3/1	Naslovna stran načrta
	Kazalo vsebine projekta
	Izjava projektanta in vodje projekta PZI
	Kazalo vsebine načrta
3/1_1	Tehnično poročilo
3/1_1.1	Splošni opis– projektna naloga
3/1_1.2	Seznam uporabljenih predpisov, standardov in normativov
3/1_1.3	Osnovni tehnični podatki foto-napetostne elektrarne MFE DSO TEZNO
3/1_1.4	Upravljanje z odpadki
3/1_2	Tehnični izračun
3/1_2.1	Določitev impedance in kratkostičnih tokov omrežja
3/1_2.2	Izračun in preverba izbranega varovalnega vložka v Ločilnem mestu
3/1_2.3	Dimenzioniranje kablov po SIST IEC 60364-4-43:2009
3/1_2.4	Kontrola padcev napetosti
3/1_3	Projektantski popis s predizmerami in stroškovno oceno
3/1_4	Grafični in tehnični prikazi
3/1_4.1	Naslovna stran s kazalom
3/1_4.2	Predvidena katastrska situacija
3/1_4.3	Tloris objekta z merami in razporeditvijo modulov
3/1_4.4	Pozicije modulov in tvorbe nizov
3/1_4.5	Pozicije modulov in tvorbe nizov
3/1_4.6	Enopolna shema priključitve
3/1_4.7	Vezalna shema modulov, optimizatorjev, razsmernika 1 in AC omarice
3/1_4.8	Vezalna shema modulov, optimizatorjev, razsmernika 2 in razsmernika 3
3/1_4.9	Vezalna shema nove PMO – ločilno mesto
3/1_4.10	Notranji in zunanji izgled DC / AC omare s popisom materiala
3/1_4.11	Notranji in zunanji izgled nove PMO omare s popisom materiala
3/1_5	Priloge
3/1_5.1	Soglasje za priključitev št.

3/1 1 TEHNIČNO POROČILO

3/1 1.1 Splošni opis – Projektna naloga

Za investitorja Dom starejših občanov Tezno, Panonska ulica 41, 2000 Maribor, smo izdelali načrt umestitve in priključitve MFE DSO TEZNO (205 FN modulov vršilne moči 90,200 kWp z razsmernikom R1 Huawei SUN2000-50KTL-M3, R2 Huawei SUN2000-12KTL-M5 in R3 Huawei SUN2000-20KTL-M z vso pripadajočo opremo) na strehah MFE DSO TEZNO na parcelni številki 2279/4, 2279/5, 2279/6, katastrska občina 680 TEZNO. Izdelan projekt MFE DSO TEZNO ne posega in ne spreminja obstoječih napajalnih sistemov objekta, ozemljilne in strelovodne instalacije ter njih zaščitne funkcije, ne spreminja in ne posega v izvedene obstoječe umestitve merilno regulacijske opreme ter ostalih nizkonapetostnih instalacij. Projektna dokumentacija je izdelana v skladu z veljavnim Pravilnikom o projektni dokumentaciji in veljavnimi sistemskimi obratovalnimi navodili SONDSEE pri priključevanju in obratovanju proizvodnih naprav na distribucijsko omrežje.

Objekt DSO TEZNO se napaja iz transformatorske postaje TP T-453 Panonska ulica z kabelskim vodom W4- 2 x NA2XY-J 4X150 mm². Iz obstoječe RO DSO TEZNO poteka kabelski vod W3 NA2XY-J 4x150 mm² dolžine 10m, ki je varovan z vložki 160 A v Nova PMO-Ločilno mesto. V Nova PMO-Ločilno mesto je kabelski vod W3 priključen na ločilnik F01 NV00 160/160 A. Na tem mestu priključimo W3 na bakrene 30mmx5mm zbiralke preko F01. Kablovod W2 NA2XY-J 4x150 mm² od Ločilnega do mesta R DC/AC, položenega po kabelskih PK policah v skupni dolžini 50m je priključen na QF6 NV00 160/160 A v R DC/AC. Od tod poteka kablovod W1.1 NYY-J 4x35 mm² ,dolžine 5m po kabelskih policah do Razsmernika R1. Kablovoda W1.2 in W1.3 tipa NYY-J 4x10 mm² dolžine 5m po kabelskih policah do Razsmernika R3 in R3.

Mesto oddaje električne energije v interno omrežje proizvedene v MFE DSO TEZNO je izvedeno takoj za Ločilnim mestom.

V Ločilnem mestu bo vgrajen 3 polni odklopnik Q1 Schrack MC2 160 A, 3 polno stikalne zmogljivosti 50kA, 0,8-1In in 8-15Ik, nastavljen na 0,8In in 8Ik. Napetostna in frekvenčna zaščita bo izvedena s pomočjo dvostopenjskega releja Schrack URNA 0345B. Vse zaščitne naprave delujejo na izklop odklopnika ločilnega mesta. MFE DSO TEZNO (največja moč modulov 90,200 kWp, navidezna moč posameznega razsmernika R1=55 kVA, R2 = 13,2 kVA, R3 = 22 kVA in največji tok R1 = 79,8 A, R2 = 17,3 A, R3 = 31,9 A bo priključen na zbiralni sistem v R DC/AC v omarici z vodnikom R1 NYY-J 4x35 mm² R2 NYY-J 4x10 mm² R3 NYY-J 4x10 mm².

Za boljše delovanje in izkoristek FV modulov so v sistem MFE DSO TEZNO vgrajeni tudi optimizatorji Huawei SUN2000-600W in MERC-1100W-P.

Pri načrtovanju in izdelavi električnih instalacij je potrebno upoštevati vse veljavne tehniške predpise in normative, dovoljeno je vgrajevati le materiale in opremo, ki je izdelana skladno z veljavnimi standardi. Uporabljati se sme tudi izdelke, ki so skladni s tujimi standardi oziroma so skladni s priporočili Mednarodne elektrotehniške komisije (IEC). Električne instalacije morajo biti izvedene tako, da zaradi najrazličnejših vplivov ne bo ogrožena varnost ljudi, premoženja in obratovanja.

V soglasju za priključitev proizvodne naprave v interno omrežje št. je predpisana shema priključitve PS.3A. V točki priključitve je mogoč TN-C sistem napajanja, predpisan je B tip proizvodne naprave, karakteristika delovne moči D-1, proizvodna naprava mora glede na tip (B) izpolnjevati zahteve glede sposobnosti zagotavljanja jalove moči skladno z zahtevami iz poglavij XIV.1-2, Priloge 5, SONDSEE.

Vse te nastavitve so zajete v nastavitvah posameznega razsmernika kot regionalne nastavitve za Slovenijo in v zaščitnih napravah ločilnega mesta

3/1 1.2 Seznam uporabljenih predpisov, standardov in normativov

Pri projektiranju so bili upoštevani naslednji zakoni, veljavni predpisi, normativi, standardi ter splošno priznani varstveni ukrepi:

- 1 Gradbeni zakon GZ-1, (Uradni list RS, št. 199/21 in 105/22 – ZZNŠPP)
- 2 Zakon o prostorskem načrtovanju ZPNačrt, (Uradni list RS, št. 33/07, 70/08 – ZVO-1B, 108/09, 80/10 – ZUPUDPP, 43/11 – ZKZ-C, 57/12, 57/12 – ZUPUDPP-A, 109/12, 76/14 – odl. US, 14/15 – ZUUJFO in 61/17 – ZUreP-2)
- 3 Zakon o urejanju prostora (Uradni list RS, št. 199/21 in 18/23 – ZDU-1O)
- 4 Zakon o varnosti in zdravju pri delu ZVZD-1, (Ur. list RS, št. 43/11)
- 5 Energetski zakon, EZ-1, (Ur. list RS, št. 17/14, 81/15 in 43/19)
- 6 Zakon o učinkoviti rabi energije – ZURE (Uradni list RS, št. 158/20 z dne 2. 11. 2020)
- 7 Zakon o spodbujanju rabe obnovljivih virov energije – ZSROVE (Uradni list RS, št. 121/21 z dne 23. 7. 2021)
- 8 Zakon o standardizaciji, ZSta-1, (Ur. list RS, št. 59/99)
- 9 Zakon o meroslovju, ZMer-1-UPB1, (Ur. list RS, št. 26/05)
- 10 Zakon o varstvu pred požarom, ZVPoz-UPB1, (Ur. list RS, št. 3/07, 09/11, 83/12 in 61/17 - GZ)
- 11 Zakon o varstvu okolja, ZVO-1-UPB1, (Ur. list RS, št. 39/06, 70/08, 108/09, 48/12, 57/12, 92/13, 56/15, 102/15, 30/16, 61/17 – GZ, 21/18 – ZNOrg in 84/18 – ZIURKOE))
- 12 Pravilnik o zaščiti nizkonapetostnih omrežij in pripadajočih transformatorskih postaj, (Ur. list RS, št. 202/21)
- 13 Pravilnik o zaščiti stavb pred delovanjem strele, (Uradni list RS, št. 140/21 in 199/21 – GZ-1)
- 14 Pravilnik o mehanski odpornosti in stabilnosti objektov, (Ur. list RS, št. 101/05 in 61/17 - GZ)
- 15 Pravilnik o obratovanju elektroenergetskih postrojev (Uradni list RS, št. 56/16)
- 16 Pravilnik o vzdrževanju elektroenergetskih postrojev, (Ur. list RS, št. 98/2015)
- 17 Pravilnik o zahtevah za nizkonapetostne inštalacije v stavbah, (Uradni list RS, št. 140/21 in 199/21 – GZ-1)
- 18 Pravilnik o varstvu pri delu pred nevarnostjo električnega toka, (Ur. list RS, št. 29/92, 56/99 – ZVZD in 43/11 – ZVZD-1)
- 19 Pravilnik o podrobnejši vsebini dokumentacije in obrazcih, povezanih z graditvijo objektov (Uradni list RS, št. 36/18 in 51/18 – popr.) 25. Pravilnik o gradbiščih, (Ur. list RS, št. 55/08, 54/09)
- 20 Pravilnik o požarni varnosti v stavbah, (Ur. list RS, št. 31/04, 10/05, 83/05, 14/07, 12/13 in 61/17 – GZ in 199/21 – GZ-1)
- 21 Pravilnik o zasnovi in študiji požarne varnosti, (Ur. list RS, št. 12/13, 49/13 in 61/17 – GZ)
- 22 Uredba o razvrščanju objektov (Uradni list RS, št. 37/18)
- 23 Uredba o zagotavljanju varnosti in zdravja pri delu na začasnih in premičnih gradbiščih, (Ur. list RS, št. 83/05 in 43/11 – ZVZD-1)
- 24 Uredba o ravnanju z odpadki, ki nastanejo pri gradbenih delih, (Ur. list RS št.: 34/08 in 44/22 – ZVO-2)
- 25 Standard SIST EN 50160:2011/AC:2013/A1:2015, "Značilnosti napetosti v javnih razdelilnih

omrežjih"

- 26 Standard SIST EN 62305-1:2011/AC:2016 - Zaščita pred delovanjem strele -1. del: Splošna načela,
- 27 Standard SIST EN 62305-2:2012 - Zaščita pred delovanjem strele -2. del: Vrednotenje tveganja,
- 28 Standard SIST EN 62305-3:2011 - Zaščita pred delovanjem strele -3. del: Fizična škoda na zgradbah in nevarnost za živa bitja
- 29 Standard SIST EN 62305-4:2011/AC:2016 - Zaščita pred delovanjem strele -4. del: Električni in elektronski sistemi v zgradbah
- 30 Standard SIST HD 60364-4-43:2011, "Nizkonapetostne električne inštalacije -4 -43. del: Zaščitni ukrepi -Zaščita pred nadtoki"
- 31 Sistemska obratovalna navodila za distribucijski sistem električne energije (SONDSEE) so izdana na podlagi petega odstavka 144. člena Energetskega zakona (Uradni list RS, št. 60/19 – uradno prečiščeno besedilo, 65/20 in 158/20 – ZURE) ter soglasja Agencije za energijo št. 73-1/2020-21/263 z dne 22. 10. 2020 in soglasja Vlade Republike Slovenije, št. 36001-1/2020/3 z dne 9. 12. 2020.
- 32 Pravilnik o tehničnih zahtevah za priključitev proizvodnih naprav električne energije na distribucijsko omrežje in o izvajanju 5. člena Uredbe Komisije (EU) št. 2016/631 o vzpostavitvi kodeksa omrežja za zahteve za priključitev proizvajalcev električne energije na omrežje (Uradni list RS, št. 97/21)
- 33 Tehnična smernica TSG -1 -001: 2019 »Požarna varnost v stavbah«
- 34 Tehnična smernica TSG -N -002:2021 »Nizkonapetostne električne inštalacije«
- 35 Tehnična smernica TSG -N -003:2021 »Zaščita pred delovanjem strele«
- 36 Tehnična smernica GIZ TS -8 -6/2014 »Smernica za gradnjo podzemnih kabelskih vodov«
- 37 Tehnična smernica GIZ TS -2 -9/2013 »NN energetske kabli 1 kV«
- 38 Tehnična smernica GIZ TS -13 -9/2017 »Elektro kabelska kanalizacija«
- 39 Tipizacija merilnih mest (SODO 2015)
- 40 Pravilnik o zaščiti stavb pred delovanjem strele, (Uradni list RS, št. 140/21 in 199/21 – GZ-1)
- 41 Pravilnik o mehanski odpornosti in stabilnosti objektov, (Ur. list RS, št. 101/05 in 61/17 - GZ)
- 42 Pravilnik o obratovanju elektroenergetskih postrojev (Uradni list RS, št. 56/16)
- 43 Pravilnik o vzdrževanju elektroenergetskih postrojev, (Ur. list RS, št. 98/2015)
- 44 Pravilnik o zahtevah za nizkonapetostne inštalacije v stavbah, (Uradni list RS, št. 140/21 in 199/21 – GZ-1)
- 45 Pravilnik o varstvu pri delu pred nevarnostjo električnega toka, (Ur. list RS, št. 29/92, 56/99 – ZVZD in 43/11 – ZVZD-1)
- 46 Pravilnik o podrobnejši vsebini dokumentacije in obrazcih, povezanih z graditvijo objektov (Uradni list RS, št. 36/18 in 51/18 – popr.) 25. Pravilnik o gradbiščih, (Ur. list RS, št. 55/08, 54/09)
- 47 Pravilnik o požarni varnosti v stavbah, (Ur. list RS, št. 31/04, 10/05, 83/05, 14/07, 12/13 in 61/17 – GZ in 199/21 – GZ-1)
- 48 Pravilnik o zasnovi in študiji požarne varnosti, (Ur. list RS, št. 12/13, 49/13 in 61/17 – GZ)
- 49 Uredba o razvrščanju objektov (Uradni list RS, št. 37/18)
- 50 Uredba o zagotavljanju varnosti in zdravja pri delu na začasnih in premičnih gradbiščih, (Ur. list RS, št. 83/05 in 43/11 – ZVZD-1)
- 51 Uredba o ravnanju z odpadki, ki nastanejo pri gradbenih delih, (Ur. list RS št.: 34/08 in 44/22 – ZVO-2)

- 52 Standard SIST EN 50160:2011/AC:2013/A1:2015, "Značilnosti napetosti v javnih razdelilnih omrežjih"
- 53 Standard SIST EN 62305-1:2011/AC:2016 - Zaščita pred delovanjem strele -1. del: Splošna načela,
- 54 Standard SIST EN 62305-2:2012 - Zaščita pred delovanjem strele -2. del: Vrednotenje tveganja,
- 55 Standard SIST EN 62305-3:2011 - Zaščita pred delovanjem strele -3. del: Fizična škoda na zgradbah in nevarnost za živa bitja
- 56 Standard SIST EN 62305-4:2011/AC:2016 - Zaščita pred delovanjem strele -4. del: Električni in elektronski sistemi v zgradbah
- 57 Standard SIST HD 60364-4-43:2011, "Nizkonapetostne električne inštalacije -4 -43. del: Zaščitni ukrepi -Zaščita pred nadtoki"
- 58 Sistemska obratovalna navodila za distribucijski sistem električne energije (SONDSEE) so izdana na podlagi petega odstavka 144. člena Energetskega zakona (Uradni list RS, št. 60/19 – uradno prečiščeno besedilo, 65/20 in 158/20 – ZURE) ter soglasja Agencije za energijo št. 73-1/2020-21/263 z dne 22. 10. 2020 in soglasja Vlade Republike Slovenije, št. 36001-1/2020/3 z dne 9. 12. 2020.
- 59 Pravilnik o tehničnih zahtevah za priključitev proizvodnih naprav električne energije na distribucijsko omrežje in o izvajanju 5. člena Uredbe Komisije (EU) št. 2016/631 o vzpostavitvi kodeksa omrežja za zahteve za priključitev proizvajalcev električne energije na omrežje (Uradni list RS, št. 97/21)
- 60 Tehnična smernica TSG -1 -001: 2019 »Požarna varnost v stavbah«
- 61 Tehnična smernica TSG -N -002:2021 »Nizkonapetostne električne inštalacije«
- 62 Tehnična smernica TSG -N -003:2021 »Zaščita pred delovanjem strele«
- 63 Tehnična smernica GIZ TS -8 -6/2014 »Smernica za gradnjo podzemnih kabelskih vodov«
- 64 Tehnična smernica GIZ TS -2 -9/2013 »NN energetski kabli 1 kV«
- 65 Tehnična smernica GIZ TS -13 -9/2017 »Elektro kabelska kanalizacija«
- 66 Tipizacija merilnih mest (SODO 2015)

3/1_1.3 Osnovni tehnični podatki foto-napetostne elektrarne MFE DSO TEZNO .

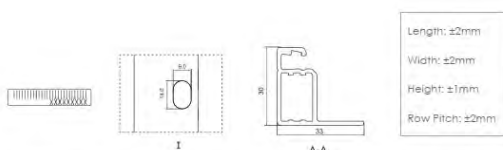
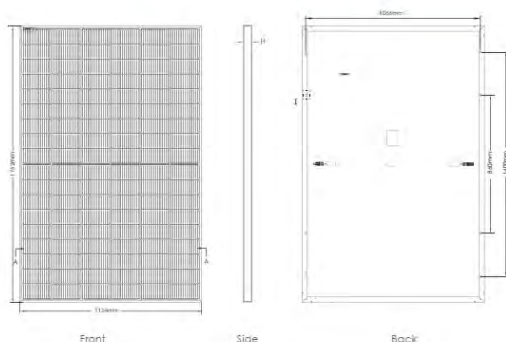
Foto-napetostni generator bo postavljen na strehah objekta MFE DSO TEZNO na parcelni številki 2279/4, 2279/5, 2279/6, katastrska občina 680 – TEZNO. Strehe na katerih bodo nameščeni moduli so prikazani na risbi 3/1_4.2 na načrtu PZI št. 2208/24-MC, streha objekta – ravna streha(sika z izolacijo) ima nagib 1,5°, moduli bodo nameščeni na ozemljeno podkonstrukcijo, ki bo imela pod seboj dodatne razbremenjevalne plošče, da se ohrani izolativnost kritine. Število nameščenih modulov po posameznih objektih / strehah, način tvorbe nizov in vezava nizov na posamezen razsmernik je razvidno iz grafičnega dela tega PZI.

Objekt MFE DSO TEZNO ima izvedeno obstoječo LPS zaščito, predmetni projekt foto-napetostne elektrarne ne posega niti ne spreminja zaščitnega nivoja ali vrste LPS.

Razsmerniki R1,R2,R3 in R DC/AC omara bodo nameščeni na strehi objekta na samostoječi kovinski konstrukciji s streho. Vsak niz zase bo voden po pripravljeni kabelski trasi do R DC/AC omarice, kjer bo priključen na prenapetostni odvodnik tipa T1/T2 namenjenega za foto-napetostne sisteme (izvedena zaščita pred prenapetostmi na DC strani) in nato na vhod ustreznega razsmernika. Tudi na AC strani R DC/AC omarice bodo nameščeni prenapetostni odvodniki tipa T1/T2. Vsi kovinski elementi foto-napetostne elektrarne prenapetostni odvodniki DC in AC strani bodo povezani z GIP zbiralko ter sistemom ozemljitve objekta. Po AC kablovodih pa bodo s PEN vodnikom povezana razsmernika ozemljena preko PEN zbiranke v R AC/DC omari in priključno merilni omari objekta MFE DSO TEZNO .

Moduli JKM-440N-54HL4R TIGER NEO 440Wp predvideni pri gradnji MFE DSO TEZNO imajo sledeče lastnosti:

Engineering Drawings



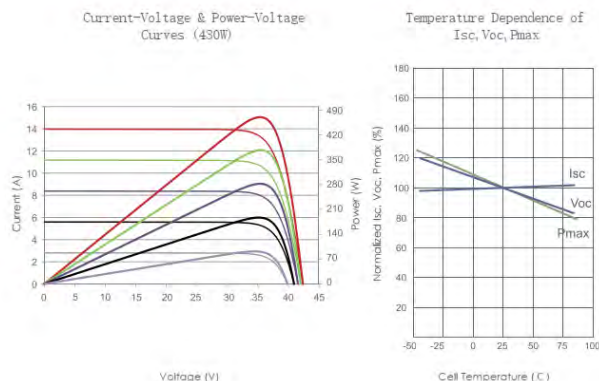
Note: For dimensional tolerances, refer to the detailed module drawings

Packaging Configuration

(Two pallets = One stack)

36pcs/pallets, 72pcs/stack, 936pcs/ 40'HQ Container

Electrical Performance & Temperature Dependence



Mechanical Characteristics

Cell Type	N type Mono-crystalline
No. of cells	108 (2×54)
Dimensions	1762×1134×30mm (69.36×44.65×1.18 inch)
Weight	22 kg (48.50 lbs)
Front Glass	3.2mm, Anti-Reflection Coating, High Transmission, Low Iron, Tempered Glass
Frame	Anodized Aluminium Alloy
Junction Box	IP68 Rated
Output Cables	TUV 1×4.0mm ² (+): 400mm, (-): 200mm or Customized Length

SPECIFICATIONS

Module Type	JKM425N-54HL4R JKM425N-54HL4R-V		JKM430N-54HL4R JKM430N-54HL4R-V		JKM435N-54HL4R JKM435N-54HL4R-V		JKM440N-54HL4R JKM440N-54HL4R-V		JKM445N-54HL4R JKM445N-54HL4R-V	
	STC	NOCT	STC	NOCT	STC	NOCT	STC	NOCT	STC	NOCT
Maximum Power (Pmax)	425Wp	320Wp	430Wp	323Wp	435Wp	327Wp	440Wp	331Wp	445Wp	335Wp
Maximum Power Voltage (Vmp)	32.18V	29.99V	32.38V	30.10V	32.59V	30.33V	32.81V	30.56V	33.02V	30.76V
Maximum Power Current (Imp)	13.21A	10.67A	13.28A	10.73A	13.35A	10.78A	13.41A	10.83A	13.48A	10.89A
Open-circuit Voltage (Voc)	38.75V	36.81V	38.95V	37.00V	39.16V	37.20V	39.38V	37.41V	39.59V	37.61V
Short-circuit Current (Isc)	13.66A	11.03A	13.73A	11.09A	13.80A	11.14A	13.86A	11.19A	13.93A	11.25A
Module Efficiency STC (%)	21.27%		21.52%		21.77%		22.02%		22.27%	
Operating Temperature(°C)	-40°C~+85°C									
Maximum system voltage	1000/1500VDC (IEC)									
Maximum series fuse rating	25A									
Power tolerance	0~+3%									
Temperature coefficients of Pmax	-0.29%/°C									
Temperature coefficients of Voc	-0.25%/°C									
Temperature coefficients of Isc	0.045%/°C									
Nominal operating cell temperature (NOCT)	45±2°C									

*STC: Irradiance 1000W/m²

Cell Temperature 25°C

AM=1.5

NOCT: Irradiance 800W/m²

Ambient Temperature 20°C

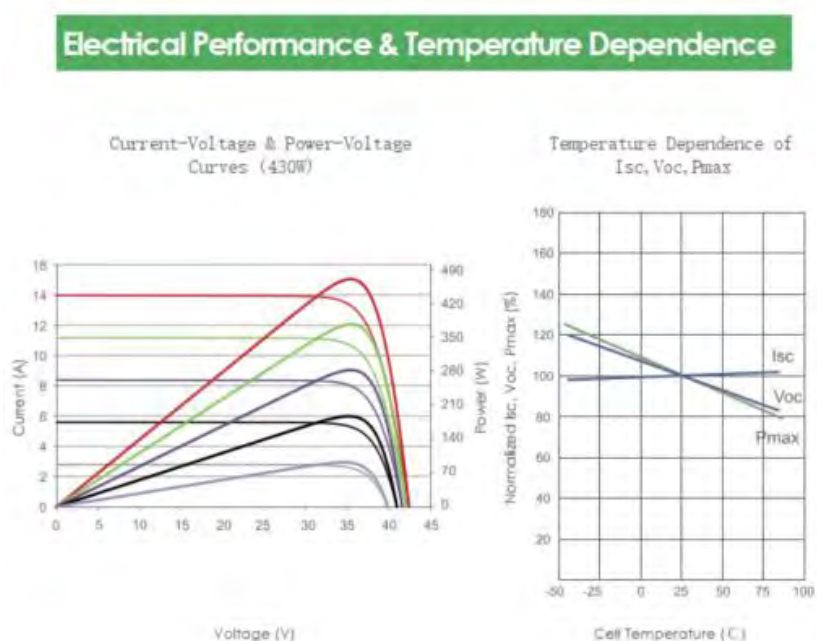
AM=1.5

Wind Speed 1m/s

slika 1: mere in lastnosti modula JKM-440N-54HL4R TIGER NEO-440W

Kaljeno steklo zagotavlja zaščito solarnega modula pred vplivi okolja, kot sta toča (odporno do velikosti zrna toče 25 mm in njegove hitrosti 23 m/s) in led, sneg (do obremenitve 5400 N/m²), hkrati pa odlično prepušča vpadlo svetlobo k sončnim celicam. Solarni modul je obdan z okvirjem iz eloksiranega aluminija.

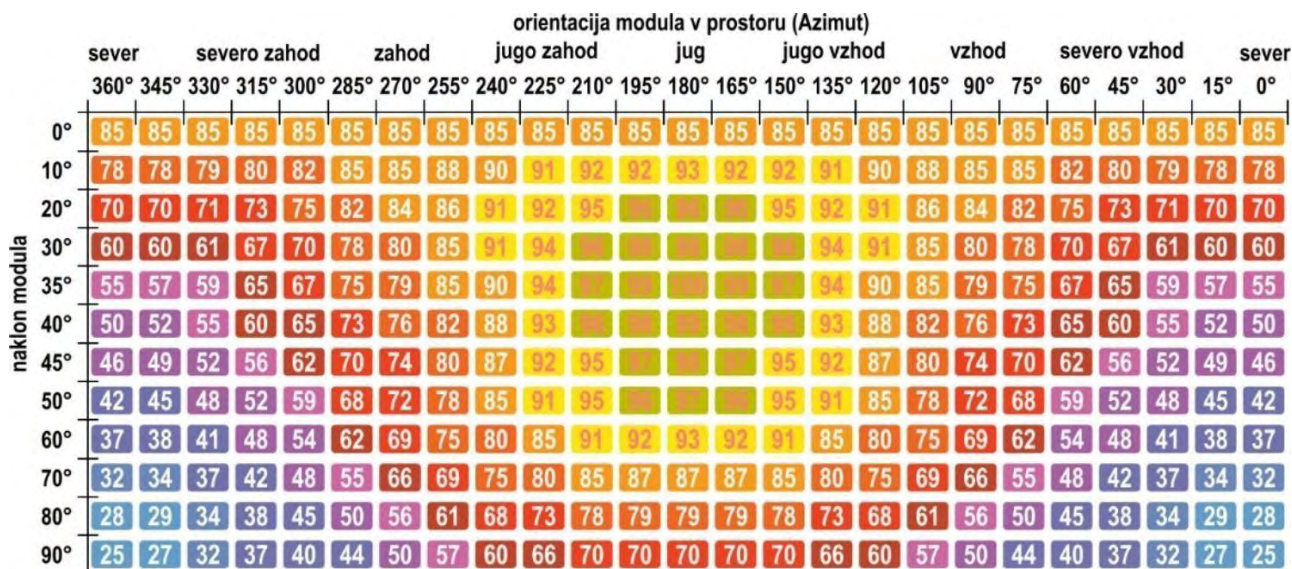
Delovanje modulov (polprevodniške mono-kristalne rezine silicija, ki so osnovni gradniki modula) je močno odvisno od gostote sončne obsevanosti in temperature celice same. V nadaljevanju so prikazane električne lastnosti modula (sposobnost pretvorbe sončne svetlobe v napetost in tok) v odvisnosti od jakosti sončnega obsevanja (je odvisna od naklona in orientacije modula v prostoru) ter temperature celic v modulu in s tem lastnosti poteka fotoefekta (generiranja enosmernega toka in napetosti), ki jo z razsmerniki pretvarjamo v izmenično napetost in tok. Za običajen obseg temperatur polprevodniških celic modula od 25 do 85 °C (25°C je temperatura izračuna, upoštevana v pogojih standardnega preizkušanja modula STC), so podane naslednje zakonitosti:



slika 2: U – I karakteristike modula v odvisnosti od jakosti sončnega obsevanja in temperature celice

Poleg temperature celice na električne parametre modula vpliva tudi jakost sončnega obsevanja, ki je predvsem odvisna od letnega časa (višine sonca na obzorju) in ure dneva, ko sonce potuje od vzhoda do zahoda. Jakost vpadnega sončnega obsevanja na modul je odvisna tudi od orientacije (azimut) modula v prostoru in naklona modula na strehi ali pod – konstrukciji. Orientacija – azimut je idealen, ko je modul obrnjen točno proti jugu, oziroma ko je azimut = 180°. Idealni naklon modula pa je odvisen od geografske širine, kje je modul nameščen, za naše kraje (geografsko širino) je idealni naklon (ko ima modul v obdobju enega leta največji izkoristek) med 30° do 35°.

Splošno velja, jakost sončnega obsevanja je največja, ko sončni žarki vpadajo pravokotno na sprejemnik (slednje pomeni, da je pot sončnih žarkov skozi atmosfero zemlje najkrajša – ko je sonce v zenitu) pravokoten vpad žarkov lahko dosežemo tudi z ustreznim nagibom površine sprejemnika. Na ta način žarki, ki vpadajo na zaščitno steklo modula pravokotno prehajajo do celice s čim manj odboja in spremembe smeri, kar pomeni najmanjše izgube svetlobe zaradi refleksije in sipanja pri prehodu skozi zaščitno steklo modula.



slika 3: Vpliv naklona in orientacije modula na izkoristek sončnega obsevanja

Ob upoštevanju vseh zapisanih zakonitosti lahko za dejansko pozicijo modulov na strehah objekta MFE DSO TEZNO predvidimo dejanski izkoristek razpoložljivega sončnega obsevanja po posameznih objektih oziroma tvorjenih nizih.

Vsi nizi bodo tvorjeni na naslednji način:

- Moduli so predvideni na območju streh, kjer ni senčenja,
- Vsi moduli v nizu naj imajo enak naklon in orientacijo, kot tudi usmerjenost (pokončno ali ležeče),
- Nizi bodo tvorjeni z zaporedno vezanimi moduli na Razsmernik R1
- Vsak niz bo priključen na svoj sledilnik razsmernika,
- Največje število zaporedno vezanih modulov določa največja napetost odprtih sponk niza modulov

Zato je največje število modulov:

$$N_{max} = \frac{\text{največja dovoljena } U \text{ na vhodu razs.}}{U_{OC-20}}$$

Kjer je

$$U_{OC-20} = U_{OC} - U_{OC} \cdot k_{OC}(T_{STC} - (20^{\circ}C))$$

- Najmanjše število zaporedno vezanih modulov v nizu je določeno z napetostjo razsmernika pri katerem prične delovati niz modulov. Zato je najmanjše število modulov v nizu določeno

$$N_{min} = \frac{U_{start\ up}}{U_{MPP}}$$

Od izkoristka razpoložljivega sončnega obsevanja je odvisna tudi moč in proizvedena energija posameznega modula glede na navedene električne podatke modula pri standardnih pogojih testiranja.

		Azimut °, naklon °	Število modulov	P _{INST} [kW]	Izkoristek lega	senčenje	P _{DEJANSKA} [kW]	W _{EL, LETO} [kWh]
Razsmernik 1	Niz 1.1	216°/9°	30	13,200	0,91	1	12,012	13,213
	Niz 1.2	216°/9°	30	13,200	0,91	1	12,012	13,213
	Niz 1.3	135°/16°	34	14,960	0,92	1	13,763	15,140
	Niz 1.4	135°/16°	34	14,960	0,92	1	13,763	15,140
Pričakovana dejanska moč in proizvodnja za Razsmernik 1								
SKUPAJ							51,550	56,705
Razsmernik 2	Niz 2.1	216°/9°	13	5,720	0,91	1	5,205	5,726
	Niz 2.2	205°/90°	9	3,960	0,70	1	2,772	3,049
	Niz 2.3	205°/90°	9	3,960	0,70	1	2,772	3,049
Pričakovana dejanska moč in proizvodnja za Razsmernik 2								
SKUPAJ							10,749	11,824
Razsmernik 3	Niz 3.1	208°/10°	18	7,920	0,92	1	7,286	8,015
	Niz 3.2	112°/10°	14	6,160	0,90	1	5,544	6,098
	Niz 3.3	112°/10°	14	6,160	0,90	1	5,544	6,098
Pričakovana dejanska moč in proizvodnja za Razsmernik 3								
SKUPAJ							15,831	17,414
Pričakovana dejanska moč in proizvodnja za Razsmernik 1 in 2								
SKUPAJ							78,130	85,943

Iz izračunanega lahko razberemo, da bodo nameščeni moduli delovali z močjo 78,130 kW in na letnem nivoju proizvedli 85,943 MWh električne energije.

Električne in mehanske lastnosti uporabljenih optimizatorjev

Uporaba optimizatorjev v nizu modulov predvsem izboljša izkoristek posameznega niza v primerih pojava delnega senčenja posameznih modulov v nizu, izboljša nadzor in možnost vzdrževanja posameznega modula, saj se optimizacija delovanja modula izvaja na nivoju enega ali dveh zaporedno vezanih modulov, zagotavlja hiter izklop v primeru napake na nizu in zniža napetost niza na vsega 1 do 1,1 V po zaporedno vezanem optimizatorju v nizu. Optimizator zagotavlja varno posluževanje izklopljenih foto-napetostnih modulov v nizu, prav tako omogoča varno posredovanje gasilcev v primeru požara. Optimizatorji so grajeni za delovanje s Huawei razsmerniki in komunicirajo z razsmernikom po DC povezavi. Za izgradnjo fotonapetostne elektrarne MFE DSO TEZNO so predvideni optimizatorji SUN2000-600W-P in MERC-1100W-P, ki so namenjeni za priključevanje dveh zaporedno vezanih modulov na en vhod optimizatorja.

SUN2000-600W-P: V posamezen niz mora biti nameščenih minimalno 8 zaporedno vezanih optimizatorjev (minimalno 17 modulov) in največ 25 optimizatorjev (največ 25 modulov).

MERC-1100W-P: V posamezen niz mora biti nameščenih minimalno 6 zaporedno vezanih optimizatorjev (minimalno 6 modulov) in največ 20 optimizatorjev (največ 40 modulov).

Optimizatorji in imajo sledeče električne lastnosti:

Smart PV Optimizer



MERC-1100/1300W-P Technical Specification

Technical Specification	SUN2000-450W-P2	SUN2000-600W-P
Rated input DC power ¹	450 W	600 W
Absolute maximum input voltage	80 V	80 V
MPPT operating voltage range	10 ~ 80 V	10 ~ 80 V
Maximum short-circuit current (Isc)	14.5 A	14.5 A
Max. efficiency	99.5 %	99.5 %
Weighted efficiency	99.0 %	99.0 %
Overvoltage category	II	II
Max. output voltage	80 V	80 V
Max. output current	15 A	15 A
Output bypass ²	Yes	Yes
Shutdown output voltage per optimizer ³	0 V	0 V
Shutdown output impedance per optimizer	1k ohm ± 10 %	1k ohm ± 10 %
Communication Method	MBUS	MBUS
Standard Compliance	IEC62109-1 (class II safety)	IEC62109-1 (class II safety)
Safety	Yes	Yes
RoHS	Yes	Yes
Dimension (W x H x D)	75 x 140 x 28 mm (3.0 x 5.5 x 1.1 inch)	75 x 140 x 28 mm (3.0 x 5.5 x 1.1 inch)
Weight (including cables)	0.6 kg (1.3 lb.)	0.6 kg (1.3 lb.)
Installation part (optional)	Frame Mounting Bracket / T-shaped Bolt ⁴	Frame Mounting Bracket / T-shaped Bolt ⁴
Input connector	MCA	MCA
Input wire length	0.15m	0.15m
Output connector	MCA	MCA
Output wire length	1.3 m (4.3 ft.) ⁵	1.3 m (4.3 ft.) ⁵
Operating temperature / humidity range	-40 °C ~ 85 °C / 0 ~ 100 %RH	-40 °C ~ 85 °C / 0 ~ 100 %RH
Degree of protection	IP68	IP68
Compatible product	SUN2000-2/3/4/5/6/7/8/9/10/11/12/13/14/15/16/17/18/19/20/21/22/23/24/25/26/27/28/29/30/31/32/33/34/35/36/37/38/39/40/41/42/43/44/45/46/47/48/49/50/51/52/53/54/55/56/57/58/59/60/61/62/63/64/65/66/67/68/69/70/71/72/73/74/75/76/77/78/79/80/81/82/83/84/85/86/87/88/89/90/91/92/93/94/95/96/97/98/99/100/101/102/103/104/105/106/107/108/109/110/111/112/113/114/115/116/117/118/119/120/121/122/123/124/125/126/127/128/129/130/131/132/133/134/135/136/137/138/139/140/141/142/143/144/145/146/147/148/149/150/151/152/153/154/155/156/157/158/159/160/161/162/163/164/165/166/167/168/169/170/171/172/173/174/175/176/177/178/179/180/181/182/183/184/185/186/187/188/189/190/191/192/193/194/195/196/197/198/199/200/201/202/203/204/205/206/207/208/209/210/211/212/213/214/215/216/217/218/219/220/221/222/223/224/225/226/227/228/229/230/231/232/233/234/235/236/237/238/239/240/241/242/243/244/245/246/247/248/249/250/251/252/253/254/255/256/257/258/259/260/261/262/263/264/265/266/267/268/269/270/271/272/273/274/275/276/277/278/279/280/281/282/283/284/285/286/287/288/289/290/291/292/293/294/295/296/297/298/299/300/301/302/303/304/305/306/307/308/309/310/311/312/313/314/315/316/317/318/319/320/321/322/323/324/325/326/327/328/329/330/331/332/333/334/335/336/337/338/339/340/341/342/343/344/345/346/347/348/349/350/351/352/353/354/355/356/357/358/359/360/361/362/363/364/365/366/367/368/369/370/371/372/373/374/375/376/377/378/379/380/381/382/383/384/385/386/387/388/389/390/391/392/393/394/395/396/397/398/399/400/401/402/403/404/405/406/407/408/409/410/411/412/413/414/415/416/417/418/419/420/421/422/423/424/425/426/427/428/429/430/431/432/433/434/435/436/437/438/439/440/441/442/443/444/445/446/447/448/449/450/451/452/453/454/455/456/457/458/459/460/461/462/463/464/465/466/467/468/469/470/471/472/473/474/475/476/477/478/479/480/481/482/483/484/485/486/487/488/489/490/491/492/493/494/495/496/497/498/499/500/501/502/503/504/505/506/507/508/509/510/511/512/513/514/515/516/517/518/519/520/521/522/523/524/525/526/527/528/529/530/531/532/533/534/535/536/537/538/539/540/541/542/543/544/545/546/547/548/549/550/551/552/553/554/555/556/557/558/559/560/561/562/563/564/565/566/567/568/569/570/571/572/573/574/575/576/577/578/579/580/581/582/583/584/585/586/587/588/589/590/591/592/593/594/595/596/597/598/599/600/601/602/603/604/605/606/607/608/609/610/611/612/613/614/615/616/617/618/619/620/621/622/623/624/625/626/627/628/629/630/631/632/633/634/635/636/637/638/639/640/641/642/643/644/645/646/647/648/649/650/651/652/653/654/655/656/657/658/659/660/661/662/663/664/665/666/667/668/669/670/671/672/673/674/675/676/677/678/679/680/681/682/683/684/685/686/687/688/689/690/691/692/693/694/695/696/697/698/699/700/701/702/703/704/705/706/707/708/709/710/711/712/713/714/715/716/717/718/719/720/721/722/723/724/725/726/727/728/729/730/731/732/733/734/735/736/737/738/739/740/741/742/743/744/745/746/747/748/749/750/751/752/753/754/755/756/757/758/759/760/761/762/763/764/765/766/767/768/769/770/771/772/773/774/775/776/777/778/779/780/781/782/783/784/785/786/787/788/789/790/791/792/793/794/795/796/797/798/799/800/801/802/803/804/805/806/807/808/809/810/811/812/813/814/815/816/817/818/819/820/821/822/823/824/825/826/827/828/829/830/831/832/833/834/835/836/837/838/839/840/841/842/843/844/845/846/847/848/849/850/851/852/853/854/855/856/857/858/859/860/861/862/863/864/865/866/867/868/869/870/871/872/873/874/875/876/877/878/879/880/881/882/883/884/885/886/887/888/889/890/891/892/893/894/895/896/897/898/899/900/901/902/903/904/905/906/907/908/909/910/911/912/913/914/915/916/917/918/919/920/921/922/923/924/925/926/927/928/929/930/931/932/933/934/935/936/937/938/939/940/941/942/943/944/945/946/947/948/949/950/951/952/953/954/955/956/957/958/959/960/961/962/963/964/965/966/967/968/969/970/971/972/973/974/975/976/977/978/979/980/981/982/983/984/985/986/987/988/989/990/991/992/993/994/995/996/997/998/999/1000/1001/1002/1003/1004/1005/1006/1007/1008/1009/1010/1011/1012/1013/1014/1015/1016/1017/1018/1019/1020/1021/1022/1023/1024/1025/1026/1027/1028/1029/1030/1031/1032/1033/1034/1035/1036/1037/1038/1039/1040/1041/1042/1043/1044/1045/1046/1047/1048/1049/1050/1051/1052/1053/1054/1055/1056/1057/1058/1059/1060/1061/1062/1063/1064/1065/1066/1067/1068/1069/1070/1071/1072/1073/1074/1075/1076/1077/1078/1079/1080/1081/1082/1083/1084/1085/1086/1087/1088/1089/1090/1091/1092/1093/1094/1095/1096/1097/1098/1099/1100/1101/1102/1103/1104/1105/1106/1107/1108/1109/1110/1111/1112/1113/1114/1115/1116/1117/1118/1119/1120/1121/1122/1123/1124/1125/1126/1127/1128/1129/1130/1131/1132/1133/1134/1135/1136/1137/1138/1139/1140/1141/1142/1143/1144/1145/1146/1147/1148/1149/1150/1151/1152/1153/1154/1155/1156/1157/1158/1159/1160/1161/1162/1163/1164/1165/1166/1167/1168/1169/1170/1171/1172/1173/1174/1175/1176/1177/1178/1179/1180/1181/1182/1183/1184/1185/1186/1187/1188/1189/1190/1191/1192/1193/1194/1195/1196/1197/1198/1199/1200/1201/1202/1203/1204/1205/1206/1207/1208/1209/1210/1211/1212/1213/1214/1215/1216/1217/1218/1219/1220/1221/1222/1223/1224/1225/1226/1227/1228/1229/1230/1231/1232/1233/1234/1235/1236/1237/1238/1239/1240/1241/1242/1243/1244/1245/1246/1247/1248/1249/1250/1251/1252/1253/1254/1255/1256/1257/1258/1259/1260/1261/1262/1263/1264/1265/1266/1267/1268/1269/1270/1271/1272/1273/1274/1275/1276/1277/1278/1279/1280/1281/1282/1283/1284/1285/1286/1287/1288/1289/1290/1291/1292/1293/1294/1295/1296/1297/1298/1299/1300/1301/1302/1303/1304/1305/1306/1307/1308/1309/1310/1311/1312/1313/1314/1315/1316/1317/1318/1319/1320/1321/1322/1323/1324/1325/1326/1327/1328/1329/1330/1331/1332/1333/1334/1335/1336/1337/1338/1339/1340/1341/1342/1343/1344/1345/1346/1347/1348/1349/1350/1351/1352/1353/1354/1355/1356/1357/1358/1359/1360/1361/1362/1363/1364/1365/1366/1367/1368/1369/1370/1371/1372/1373/1374/1375/1376/1377/1378/1379/1380/1381/1382/1383/1384/1385/1386/1387/1388/1389/1390/1391/1392/1393/1394/1395/1396/1397/1398/1399/1400/1401/1402/1403/1404/1405/1406/1407/1408/1409/1410/1411/1412/1413/1414/1415/1416/1417/1418/1419/1420/1421/1422/1423/1424/1425/1426/1427/1428/1429/1430/1431/1432/1433/1434/1435/1436/1437/1438/1439/1440/1441/1442/1443/1444/1445/1446/1447/1448/1449/1450/1451/1452/1453/1454/1455/1456/1457/1458/1459/1460/1461/1462/1463/1464/1465/1466/1467/1468/1469/1470/1471/1472/1473/1474/1475/1476/1477/1478/1479/1480/1481/1482/1483/1484/1485/1486/1487/1488/1489/1490/1491/1492/1493/1494/1495/1496/1497/1498/1499/1500/1501/1502/1503/1504/1505/1506/1507/1508/1509/1510/1511/1512/1513/1514/1515/1516/1517/1518/1519/1520/1521/1522/1523/1524/1525/1526/1527/1528/1529/1530/1531/1532/1533/1534/1535/1536/1537/1538/1539/1540/1541/1542/1543/1544/1545/1546/1547/1548/1549/1550/1551/1552/1553/1554/1555/1556/1557/1558/1559/1560/1561/1562/1563/1564/1565/1566/1567/1568/1569/1570/1571/1572/1573/1574/1575/1576/1577/1578/1579/1580/1581/1582/1583/1584/1585/1586/1587/1588/1589/1590/1591/1592/1593/1594/1595/1596/1597/1598/1599/1600/1601/1602/1603/1604/1605/1606/1607/1608/1609/1610/1611/1612/1613/1614/1615/1616/1617/1618/1619/1620/1621/1622/1623/1624/1625/1626/1627/1628/1629/1630/1631/1632/1633/1634/1635/1636/1637/1638/1639/1640/1641/1642/1643/1644/1645/1646/1647/1648/1649/1650/1651/1652/1653/1654/1655/1656/1657/1658/1659/1660/1661/1662/1663/1664/1665/1666/1667/1668/1669/1670/1671/1672/1673/1674/1675/1676/1677/1678/1679/1680/1681/1682/1683/1684/1685/1686/1687/1688/1689/1690/1691/1692/1693/1694/1695/1696/1697/1698/1699/1700/1701/1702/1703/1704/1705/1706/1707/1708/1709/1710/1711/1712/1713/1714/1715/1716/1717/1718/1719/1720/1721/1722/1723/1724/1725/1726/1727/1728/1729/1730/1731/1732/1733/1734/1735/1736/1737/1738/1739/1740/1741/1742/1743/1744/1745/1746/1747/1748/1749/1750/1751/1752/1753/1754/1755/1756/1757/1758/1759/1760/1761/1762/1763/1764/1765/1766/1767/1768/1769/1770/1771/1772/1773/1774/1775/1776/1777/1778/1779/1780/1781/1782/1783/1784/1785/1786/1787/1788/1789/1790/1791/1792/1793/1794/1795/1796/1797/1798/1799/1800/1801/1802/1803/1804/1805/1806/1807/1808/1809/1810/1811/1812/1813/1814/1815/1816/1817/1818/1819/1820/1821/1822/1823/1824/1825/1826/1827/1828/1829/1830/1831/1832/1833/1834/1835/1836/1837/1838/1839/1840/1841/1842/1843/1844/1845/1846/1847/1848/1849/1850/1851/1852/1853/1854/1855/1856/1857/1858/1859/1860/1861/1862/1863/1864/1865/1866/1867/1868/1869/1870/1871/1872/1873/1874/1875/1876/1877/1878/1879/1880/1881/1882/1883/1884/1885/1886/1887/1888/1889/1890/1891/1892/1893/1894/1895/1896/1897/1898/1899/1900/1901/1902/1903/1904/1905/1906/1907/1908/1909/1910/1911/1912/1913/1914/1915/1916/1917/1918/1919/1920/1921/1922/1923/1924/1925/1926/1927/1928/1929/1930/1931/1932/1933/1934/1935/1936/1937/1938/1939/1940/1941/1942/1943/1944/1945/1946/1947/1948/1949/1950/1951/1952/1953/1954/1955/1956/1957/1958/1959/1960/1961/1962/1963/1964/1965/1966/1967/1968/1969/1970/1971/1972/1973/1974/1975/1976/1977/1978/1979/1980/1981/1982/1983/1984/1985/1986/1987/1988/1989/1990/1991/1992/1993/1994/1995/1996/1997/1998/1999/2000/2001/2002/2003/2004/2005/2006/2007/2008/2009/2010/2011/2012/2013/2014/2015/2016/2017/2018/2019/2020/2021/2022/2023/2024/2025/2026/2027/2028/2029/2030/2031/2032/2033/2034/2035/2036/2037/2038/2039/2040/2041/2042/2043/2044/2045/2046/2047/2048/2049/2050/2051/2052/2053/2054/2055/2056/2057/2058/2059/2060/2061/2062/2063/2064/2065/2066/2067/2068/2069/2070/2071/2072/2073/2074/2075/2076/2077/2078/2079/2080/2081/2082/2083/2084/2085/2086/2087/2088/2089/2090/2091/2092/2093/2094/2095/2096/2097/2098/2099/2100/2101/2102/2103/2104/2105/2106/2107/2108/2109/2110/2111/2112/2113/2114/2115/2116/2117/2118/2119/2120/2121/2122/2123/2124/2125/2126/2127/2128/2129/2130/2131/2132/2133/2134/2135/2136/2137/2138/2139/2140/2141/2142/2143/2144/2145/2146/2147/2148/2149/2150/2151/2152/2153/2154/2155/2156/2157/2158/2159/2160/2161/2162/2163/2164/2165/2166/2167/2168/2169/2170/2171/2172/2173/2174/2175/2176/2177/2178/2179/2180/2181/2182/2183/2184/2185/2186/2187/2188/2189/2190/2191/2192/2193/2194/2195/2196/2197/2198/2199/2200/2201/2202/2203/2204/2205/2206/2207/2208/2209/2210/2211/2212/2213/2214/2215/2216/2217/2218/2219/2220/2221/2222/2223/2224/2225/2226/2227/2228/2229/2230/2231/2232/2233/2234/2235/2236/2237/2238/2239/2240/2241/2242/2243/2244/2245/2246/2247/2248/2249/2250/2251/2252/2253/2254/2255/2256/2257/2258/2259/2260/2261/2262/2263/2264/2265/2266/2267/2268/2269/2270/2271/2272/2273/2274/2275/2276/2277/2278/2279/2280/2281/2282/2283/2284/2285/2286/2287/2288/2289/2290/2291/2292/2293/2294/2295/2296/2297/2298/2299/2300/2301/2302/2303/2304/2305/2306/2307/2308/2309/2310/2311/2312/2313/2314/2315/2316/2317/2318/2319/2320/2321/2322/2323/2324/2325/2326/2327/2328/2329/2330/2331/2332/2333/2334/2335/2336/2337/2338/2339/2340/2341/2342/2343/2344/2345/2346/2347/2348/2349/2350/2351/2352/2353/2354/2355/2356/2357/2358/2359/2360/2361/2362/2363/2364/2365/2366/2367/2368/2369/2370/2371/2372/2373/2374/2375/2376/2377/2378/2379/2380/2381/2382/2383/2384/2385/2386/2387/2388/2389/2390/2391/2392/2393/2394/2395/2396/2397/2398/2399/2400/2401/2402/2403/2404/2405/2406/2407/2408/2409/2410/2411/2412/2413/2414/2415/2416/2417/2418/2419/2420/2421/2422/2423/2424/2425/2426/2427/2428/2429/2430/2431/2432/2433/2434/2435/2436/2437/2438/2439/2440/2441/2442/2443/2444/2445/2446/2447/2448/2449/24	



slika 4: Razsmerniki Huawei SUN2000-12KTL-M5, Huawei SUN2000-20KTL-M5 in Huawei SUN2000-50KTL-M3

Razsmernik se avtomatično odklopi od javnega električnega omrežja ko se:

- Pojavi previsoka ali prenizka napetost omrežja (napetost javnega električnega omrežja mora biti v mejah med 195,5 V in 253 V. V primeru, da napetost preseže 264,5V se razsmernik izpade v 200 ms.),
- pojavi previsoka ali prenizka omrežna frekvenca (nazivna frekvenca omrežja 50 Hz se lahko giba v območju med 47 Hz in 52 Hz. Če frekvenca pade iz tolerančnega območja, se razsmernik avtomatično izključi iz omrežja v 200 ms),
- izmeri prenizko upornost povezav na DC strani,
- razsmernik se ne zažene, če je en izmed nizov modulov priključen z napačno polariteto,
- razsmernik se izklopi, če nadzorna enota zazna napako na enem izmed nizov,
- razsmernik se avtomatsko odklopi v primeru, ko AC ali DC komponenta diferenčnega toka preseže 300 mA, oziroma v kolikor zazna injiciranje enosmerne komponente toka v omrežje.

Tehnični podatki razsmernika Huawei SUN2000-12KTL-M5, Huawei SUN2000-20KTL-M5 in Huawei SUN2000-50KTL-M3:

Technical Specification	SUN2000 -12KTL-M5	SUN2000 -15KTL-M5	SUN2000 -17KTL-M5	SUN2000 -20KTL-M5	SUN2000 -25KTL-M5
Efficiency					
Max. efficiency	98.4%	98.4%	98.4%	98.4%	98.4%
European weighted efficiency	97.9%	98.0%	98.1%	98.1%	98.2%
Input					
Recommended max. PV power ¹	18,000 Wp	22,500 Wp	25,500 Wp	30,000 Wp	37,500 Wp
Max. input voltage ²	1100 V				
Full-load MPPT voltage range	370 ~ 800 V	410 ~ 800 V	440 ~ 800 V	480 ~ 800 V	530 ~ 800 V
MPPT operating voltage range ³	200 ~ 1000 V				
Start-up voltage	200 V				
Rated input voltage	600 V				
Max. input current per MPPT	30 A (two-string)/20 A (single string)				
Max. short-circuit current	40 A				
Number of MPP trackers	2				
Max. number of inputs	4				
Output					
Grid connection	Three-phase				
Rated output power	12,000 W	15,000 W	17,000 W	20,000 W	25,000 W
Max. apparent power	13,200 W	16,500 VA	18,700 VA	22,000 VA	27,500 VA
Rated output voltage	220 V AC/380 V AC, 230 V AC/400 V AC, 239.6 V AC/415V AC, 3W + N + PE				
Rated AC grid frequency	50 Hz/60 Hz				
Max. output current	18.2 A/380 V AC	25.2 A/380 V AC	28.6 A/380 V AC	33.6 A/380 V AC	42.0 A/380 V AC
	17.3 A/400 V AC	23.9 A/400 V AC	27.1 A/400 V AC	31.9 A/400 V AC	39.9 A/400 V AC
	16.7 A/415 V AC	23.1 A/415 V AC	26.1 A/415 V AC	30.8 A/415 V AC	38.5 A/415 V AC
Adjustable power factor	0.8 leading ... 0.8 lagging				
Max. total harmonic distortion	≤ 3%				
Protection Feature					
Overvoltage category	PV II /AC III				
Input-side disconnection device	Yes				
Anti-islanding protection	Yes				
AC over-current protection	Yes				
DC reverse polarity protection	Yes				
String fault detection	Yes				
DC surge protection	TYPE II				
AC surge protection	CLASS II				
Residual current monitoring unit	Yes				
Arc fault protection	Yes				
Ripple receiver control	Yes				
General Specification					
Operating temperature range	-25°C to +60°C (-13°F to +140°F)				
Relative humidity	0% ~ 100% RH				
Max. operating altitude	4,000 m (13,123 ft.) (Derating above 2000 m)				
Cooling	Smart air cooling				
Display	LED Indicators; Integrated WLAN + FusionSolar App				
Communication	RS485; WLAN/Ethernet via Smart Dongle-WLAN-FE (Optional) 4G/3G/2G via Smart Dongle-4G (Optional)				
Weight (with mounting plate)	21 kg (46.4 lb)				
Dimensions (W x H x D) (incl. mounting plate)	546 mm x 460 mm x 228 mm (21.5 in. x 18.1 in. x 9.0 in.)				
IP rating	IP66				
Optimizer Compatibility					
DC MBUS compatible optimizer	SUN2000-450W-P2, SUN2000-600W-P, MERC-1100W-P, MERC-1300W-P				
Standards Compliance (More Available Upon Request)					
Safety	EN/IEC 62109-1, EN/IEC 62109-2				
Grid connection standards	G99, EN 50549, CEI 0-21, CEI 0-16, VDE-AR-N-4105, VDE-AR-N-4110, C10/11, ABNT, VFR 2019, UNE 217001, UNE 217002, RD 244, TOR D4, IEC61727, IEC62116				

Technical Specification		SUN2000-50KTL-M3
Efficiency		
Max. Efficiency		98.5%
European Efficiency		98.0%
Input		
Max. Input Voltage ¹		1,100 V
Max. Current per MPPT		30 A
Max. Current per Input		20 A
Max. Short Circuit Current per MPPT		40 A
Start Voltage		200 V
MPPT Operating Voltage Range ²		200 V ~ 1,000 V
Rated Input Voltage		600 V
Number of Inputs		8
Number of MPPT Trackers		4
Output		
Rated AC Active Power		50,000 W
Max. AC Apparent Power		55,000 VA
Max. AC Active Power (cosφ=1)		55,000 W
Rated Output Voltage		400 Vac / 480 Vac, 3W+(N) + PE
Rated AC Grid Frequency		50 Hz / 60 Hz
Rated Output Current		72.2 A @ 400Vac, 60.1 A @ 480Vac
Max. Output Current		79.8 A @ 400Vac, 66.5 A @ 480Vac
Adjustable Power Factor Range		0.8 LG ~ 0.8 LD
Max. Total Harmonic Distortion		<3%
Protection		
Input-side Disconnection Device		Yes
Anti-Islanding Protection		Yes
AC Overcurrent Protection		Yes
DC Reverse-polarity Protection		Yes
PV-array String Fault Monitoring		Yes
DC Surge Arrester		Type II
AC Surge Arrester		Type II
DC Insulation Resistance Detection		Yes
Residual Current Monitoring Unit		Yes
Arc Fault Protection		Yes
Ripple Receiver Control		Yes
Integrated PID Recovery ³		Yes
Communication		
Display		LED Indicators, Bluetooth + APP
RS485		Yes
Smart Dongle		WLAN/Ethernet via Smart Dongle-WLAN-FE (Optional) 4G / 3G / 2G via Smart Dongle-4G (Optional)
Monitoring BUS (MBUS)		Yes (Isolation Transformer required)
Optimizer Compatibility		
DC MBUS Compatible Optimizer		MERC-1100/1300W-P
General Data		
Dimensions (W x H x D)		640 x 530 x 270 mm (25.2 x 20.9 x 10.6 inch)
Weight (with mounting plate)		49 kg (108.1 lb)
Operating Temperature Range		-25°C ~ 60°C (-13°F ~ 140°F)
Cooling Method		Smart Air Cooling
Max. Operating Altitude		4,000 m (13,123 ft.)
Relative Humidity		0% RH ~ 100% RH
DC Connector		Amphenol HH4
AC Connector		Waterproof Connector + OT/OT Terminal
Protection Degree		IP 66
Topology		Transformerless
Nighttime Power Consumption		≤ 5.5W
Standard Compliance (more available upon request)		
Safety		EN 62109-1/-2, IEC 62109-1/-2, EN 50530, IEC 62116, IEC 60068, IEC 61683
Grid Connection Standards		IEC 61727, VDE-AR-N4105, VDE 0126-1-1, BDEW, G59/3, UTE C 15-712-1, CEI 0-16, CEI 0-21, RD 1699, P.O. 12.3, RD 413, EN-50438-Turkey, EN-50438-Ireland, C10/11, MEA, Resolution No.7, NRS 097-2-1, DEWA

Razsmernik mora skladno z novimi SONDSEE pravili zagotavljati še sledeče funkcionalnosti, glede na napetostne in frekvenčne razmere v omrežju. V pogojih paralelnega obratovanja z omrežjem za proizvodne naprave, ki niso sistemsko vodene proizvodne naprave, ni primerno, da se odzivajo na spremembe frekvenca, dokler je frekvenca znotraj meja od 49,8 do 50,2 Hz, saj to lahko vodi v neželeno otočno obratovanje posameznih delov elektroenergetskega sistema.

Frekvenčno odvisna karakteristika moči generatorja pa je (v skladu z RfG) obvezna , če frekvenca preide izven območja od 49,8 do 50,2 Hz ali je zahtevano otočno obratovanje za napajanje porabnikov znotraj proizvodne naprave.

V veljavnih sistemskih obratovalnih navodilih SONSEE je podana zahteva o frekvenčni stabilnosti proizvodne naprave med obratovanjem, doseg tega omogoča karakteristika delovne moči proizvodne naprave, ki se deli na 4 tipe. Karakteristika delovne moči tipa A in B, ki se uporablja za proizvodne naprave do 5MW priključne moči, karakteristika delovne moči tipa C od 5 MW do 20 MW priključne moči in karakteristika delovne moči tipa D, za naprave nad 20 MW priključne moči.

Proizvodni napravi se lahko omeji proizvodnja moči zaradi več razlogov, kar mora omogočati tudi razsmernik priključen v distribucijsko omrežje:

- Omejitve zaradi zahtev obratovanja prenosnega omrežja,
- Omejitve zaradi zahtev obratovanja distribucijskega omrežja,
- Avtomatsko omejevanje pri nad-frekvenci.

Ko se v omrežju zgodi dogodek oziroma okvara, ga zaščitni sistem v omrežju omeji in odpravi. V času dogodka se velikokrat pojavijo napetostni upadi, ki pa ob normalnem delovanju zaščitnih sistemov ne smejo povzročiti izpadov proizvodne naprave, ki niso neposredno v okvarjenem delu omrežja. Tako morajo biti elektro energijski moduli sposobni preživeti okvaro in po okvari obratovati naprej v omrežju (to pomeni robustnost proizvodne naprave). Tej sposobnosti pravimo "FRT (Fault Ride Through) karakteristika". Tudi to karakteristiko mora zagotavljati razsmernik.

Zagotavljanje JALOVE MOČI v skladu z zahtevami SONDSEE se ne šteje kot sistemska storitev ampak kot pogoj za paralelno obratovanje elektrarne z omrežjem. Obratovanje elektrarne v skladu s karakteristiko jalove moči omogoča:

- Uravnava napetostni profil v omrežju
- Zmanjšuje izgube v omrežju
- Omogoča priključitev več elektrarn v omrežje
- Omogoča boljši izplen delovne moči iz NN v SN omrežje

Karakteristika jalove moči proizvodne naprave se zlahka preverja z meritvami. Za proizvodne naprave moči večje od 150 kW se zahteva karakteristika jalove moči J-N2 ali J-N3. Vse zgoraj opisane lastnosti proizvajalec razsmernika jamči z izdajo certifikata o skladnosti naprave z zahtevami podanimi v SONDSEE in skladnostjo naprav glede EMC zahtev.

Funkcija ločilnega mesta:

(LM) je skupek naprav, ki s svojim delovanjem ščiti omrežje pred škodljivimi vplivi elektrarne in ščiti elektrarno pred škodljivimi vplivi iz omrežja. Namen ločilnega mesta je, zanesljiva ločitev elektrarne od distribucijskega omrežja predvsem v naslednjih primerih:

- izpad izvoda (kratek stik, zemeljski stik),
- nezmožnost omrežja, da sprejme energijo,
- odstopanj v višini oziroma frekvenci napetosti v omrežju ter
- vzdrževanje in popravila na distribucijskem omrežju dodatni ukrepi za varno delo.

Skladno s SONDSEE je za proizvodne naprave moči večje od 30 kW zahtevano ločilno mesto, kjer so združene vse zaščitne funkcije, tako je ločilno mesto opremljeno s pretokovno in kratkostično zaščito (nameščene so NV varovalke in odklopno stikalo z možnostjo nastavitve pretokovne in kratkostične karakteristike, ti elementi ščitijo opremo pred preobremenitvijo in pred kratkimi stiki), nameščen je napetostno frekvenčni rele (deluje na izklopno tuljavo odklopnika, ki izklopi elektrarno v zahtevanem času ob pojavu nedovoljenih vrednosti napetosti ali frekvence). V primeru predmetne MFE DSO TEZNO bo v prostostoječi omari Nova PMO ločilno mesto MFE DSO TEZNO izvedeno eno ločilno mesto, kjer bodo na istem mestu zagotovljeni vsi zaščitni ukrepi proizvodne naprave razen zemljo-stične zaščite, ki je skladno s SONDSEE zahtevana le za proizvodne naprave priključene direktno na srednje napetostni nivo.

3/1_1.4 Upravljanje z odpadki

Z gradbenimi odpadki, ki nastanejo z gradbenimi deli, se ravna v skladu z Uredbo o odpadkih (Uradni list RS, št. 37/15, 69/15 in 129/20) in Uredbo o ravnanju z odpadki, ki nastanejo pri gradbenih delih (Uradni list RS, št. 34/08), ki v 3. členu navaja v katerih primerih se ta NE uporablja.

- odpadke, ki pri gradbenih delih ne nastanejo neposredno kot posledica postopkov izvajanja gradbenih del, kot so odpadna embalaža, ki ovija gradbeni material ali gradbene izdelke, ali komunalni odpadki, ki jih povzročajo zaposleni na gradbišču;
- zemeljski izkop, ki nastaja pri gradbenih delih, če ni onesnažen z nevarnimi snovmi tako, da bi se v skladu s predpisom, ki ureja ravnanje z odpadki, uvrstil med nevarne gradbene odpadke, in se ravna z njim v skladu s predpisom, ki ureja obremenjevanje tal z vnašanjem odpadkov.

Uredba v 4. členu določa, kdaj izkop zemljine NI onesnažen z nevarnimi snovmi in se NE uvršča med nevarne gradbene odpadke če:

- prostornina izkopa manj kot 30.000 m³ in med izkopavanjem ni opažena onesnaženost z oljem, bitumenskimi mešanicami ali odpadki, ki niso iz naravnega mineralnega materiala, ali
- iz podatkov o sestavi zemeljskega izkopa ali iz analize zemeljskega izkopa s preskusnimi metodami v skladu s predpisom, ki ureja ravnanje z odpadki, razvidno, da zemeljski izkop ni onesnažen z nevarnimi snovmi

Uredba v 5. členu določa, da če je za gradbeni poseg predpisana pridobitev gradbenega dovoljenja v skladu s predpisi, ki urejajo graditev, mora investitor k projektu za pridobitev gradbenega dovoljenja priložiti načrt gospodarjenja z gradbenimi odpadki. Ne glede na to določbo, načrt gospodarjenja z gradbenimi odpadki ni potrebno priložiti k projektu za pridobitev gradbenega dovoljenja, če je investitor fizična oseba ali če NE gre za gradnjo ali rekonstrukcijo zahtevnega objekta v skladu s predpisi, ki urejajo graditev objektov. Načrt gospodarjenja z gradbenimi odpadki je potrebno priložiti za gradnjo ali

rekonstrukcijo objekta ko je prostornina zemeljskega izkopa 1000 m³ ali več in je zemeljski izkop tako onesnažen z nevarnimi snovmi, da ga je potrebno uvrstiti med nevarne gradbene odpadke v skladu s predpisom, ki ureja ravnanje z odpadki.

Iz zgoraj zapisanega sledi, da za projektirano izgradnjo MFE DSO TEZNO NE veljajo določila te uredbe, izdelava načrta gospodarjenja z odpadki pa ni potreben, ker načrtovana dela ne spadajo med gradbeno zahtevne objekte v skladu s predpisi o graditvi objektov. Za odpadno embalažo pa morajo biti nameščeni kontejnerji, ki omogočajo primerno ločevanje embalažnih odpadkov.

3/1_2 Tehnični izračun

Osnovni podatki o transformatorski postaji in porabnikih:

- | | |
|---|------------------|
| • Naziv TP: | TP ? |
| • Primarna napetost: | 20 kV |
| • Sekundarna napetost: | 400/230 V |
| • Frekvenca: | 50Hz |
| • Moč: | 700 kVA |
| • Impedanca okvarne zanke v točki priključitve je podana v soglasju za priključitev | |
| • V točki priključitve je omogočen: TN-C sistem napajanja. | |
| • Največja obremenitev omrežja (za določitev padcev napetosti) | |

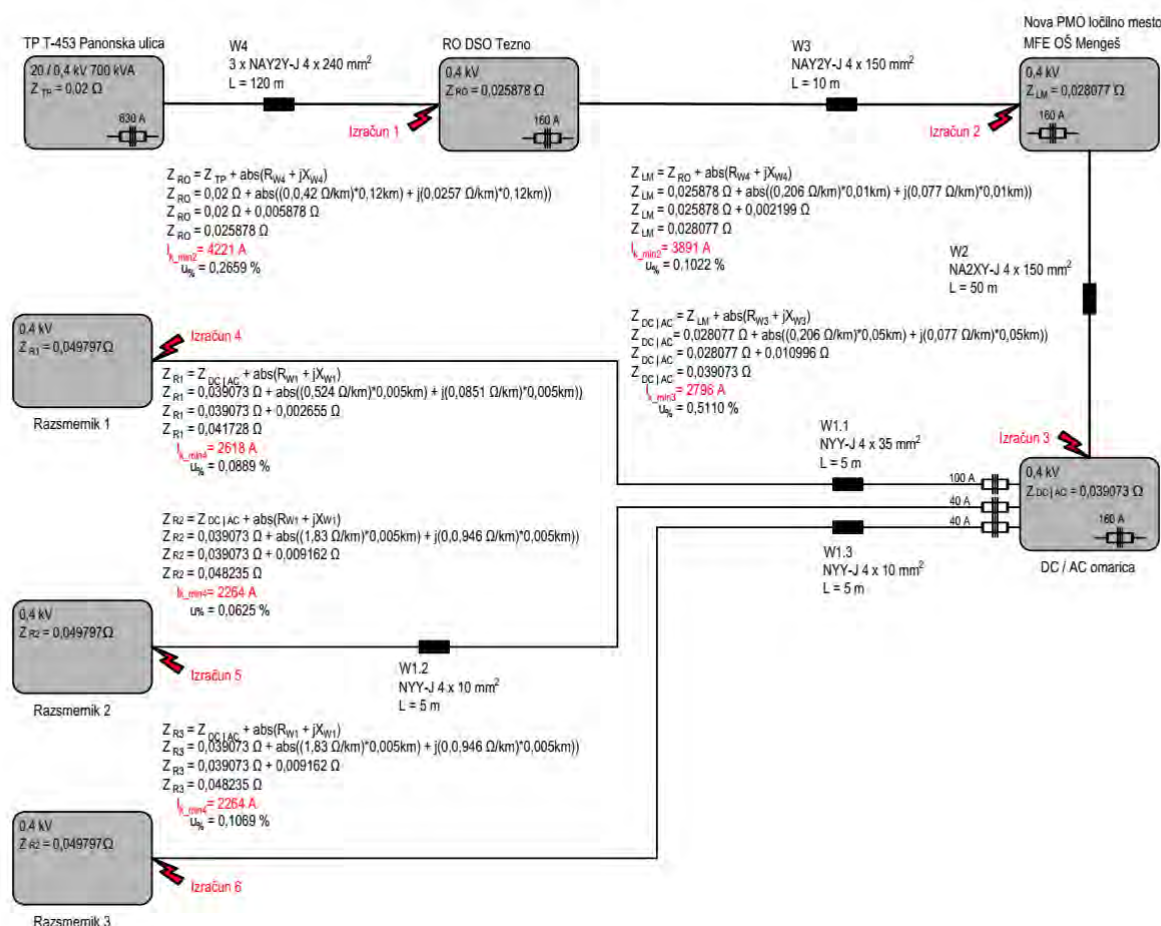
Največje obremenitve oddaje v distribucijsko omrežje bodo prisotne, ko bo proizvodnja na MFE DSO TEZNO največja v objektu pa bo poraba 90,200 kW (P. gen) - zato za izračun padcev napetosti in tokovne obremenitve za kablovode W1, W2, W3 in W4 vzamemo dejansko moč $P_{DEJ} = 78,130$ kW.

3/1_2.1 Določitev impedanc in kratkostičnih tokov omrežja

Temeljni pogoj zaščite s samodejnim odklopom za TN sistem napajanja je, da je tok okvare, ki nastane pri popolnem kratkem stiku faznega vodnika z nevtralnim vodnikom, večji ali vsaj enak izklopnemu toku pripadajoče varovalke. Nazivni tok varovalke mora biti enak ali večji od (bremenskega) toka izvoda.

Skupni padec u:

$$u_{\%} = 1,1374 \%$$



slika 5: Impedance omrežja, padci napetosti in kratkostični tokovi v napajalni zanki MFE DSO TEZNO .

3/1_2.2 Izračun in preverba izbranega varovalnega vložka objekta MPIK 3

Največja tokovna obremenitev kablovoda W2 NA2XY-J 4x150 mm² (dovoljena tokovna obremenitev kablovoda po IEC 60502-1 je v zemlji 300 A in v zraku 311 A) je določena glede na največjo proizvodnjo na MFE DSO TEZNO , ki znaša P = 78,130 kWp.

Največji AC tok določimo po formuli:

$$I_b = \frac{P_{gen}}{U_n \sqrt{3}} = 130,192 \text{ A}$$

Kjer je:

I_b	[A]	izračunana nazivna tokovna obremenitev omejena z obremenitvijo objekta
P_{DEJ}	[W]	priključna dejanska moč elektrarne,
U_n	[V]	nazivna napetost.

Za varovanje kablovoda W3 NA2XY-J 4x150 mm² je izbran varovalni vložek 280 A:

Prvi pogoj: $I_{nv} \geq I_b$ **160 A $\geq$ 130,192 A** **JE izpolnjen**

Minimalni okvarni tok pri nastopu popolnega faznega stika vodnika s PEN vodnikom na sponkah pred je glede na sliko 5 določen (izračun 3):

$$I_{k_{min3}} = \frac{0,95 \cdot U_{nf}}{2 \cdot Z_{LM}} = \frac{0,95 \cdot 230 \text{ V}}{2 \cdot 0,039073 \Omega} = 2796,05 \text{ A}$$

Kjer je:

$I_{k_{min}}$	[A]	izračunani minimalni tok enopolnega kratkega stika,
P_{nf}	[W]	nazivna fazna napetost,
U_{PMO}	[V]	impedanca okvarne zanke od TP do izračun 3 (dvakratna vrednost impedance L in PEN vodnika, ker tok potuje nazaj po PEN vodniku enakega preseka).

Izklopilni tok varovalke:

$$I_i = k \cdot I_{nv} = 1,6 \cdot 160 = 256 \text{ A}$$

Kjer je:

I_{nv}	[A]	nazivni tok varovalke,
I_i	[A]	izklopni tok varovalke,
k		faktor za varovalke ($k=1,6$ za taljive varovalke nad 16 A).

Za izračun minimalnega KS toka je drugi pogoj:

$I_{k_{min3}} \geq I_i$ 2796,05 A $\geq$ 256 A JE izpolnjen

3/1_2.3 Dimenzioniranje kablov po SIST IEC 60364-4-43:2009

Zaščitne naprave morajo zagotoviti odklop vodnika v katerem se iz kakršnega koli razloga pojavi prevelik tok v tokokrogu, preden bi tak tok lahko povzročil nevarnost ali poškodbe zaradi toplotnih ali mehanskih učinkov. Poškodbe se lahko pojavijo na električnih vodnikih, napravah ali v njihovi okolici.

Razsmernik s svojimi vgrajenimi zaščitnimi napravami preprečuje preobremenitev vodnikov na več načinov. V razsmernik je vgrajena RCMU (residual current monitoring unit) enota, ki nadzoruje diferenčni in uhajavi tok razsmernika. V kolikor se pojavi diferenčni tok večji od 300 mA enota takoj izklopi razsmernik iz obratovanja. V razsmerniku je vgrajena tudi zaščita pred zemeljskim stikom, ki deluje na meritvi izolacijske upornosti. V kolikor upornost med vodniki pod napetostjo in PE vodnikom pade pod 167 k Ω , nadzorna vezja izklopijo razsmernik tako na AC kot DC strani. Vse napisano velja, dokler je na posameznem izvodu nameščen le en razsmernik.

Glede na opisane načine ščitenja razsmernika s pripadajočo opremo sam razsmernik preprečuje preobremenitev in ima lastnost naprave, da ščiti kablovod in postrojenje, za zaščito pred preobremenitvijo in kratkim stikom pa so nameščene NV varovalke, za vsak razsmernik skupaj in za kablovod posebej, tako ustrezajo naslednjima pogojema:

1. $I_b \leq I_{nv} \leq I_z$
2. $I_i \leq 1,45 \cdot I_z$

Kjer je:

I_b	obratovalni tok za tokokrog v (A),
I_{nv}	naznačeni tok zaščitne naprave (A),
I_z	trajni dopustni tok kabla v zemlji W3 NA2XY-J 4x150 mm ² v (A), podatek iz IEC 60502-1 za večžilne kable položene v zemlji $I_{dop} \cdot f_1 \cdot f_2 = I_z = 246,218 \text{ A}$
I_i	tok, ki zagotavlja zanesljivo delovanje zaščitne naprave v (A); v praksi se vzame, da je I_i enak toku, ki v določenem času sproži delovanje zaščitne naprave $I_i = 358 \text{ A}$,
I_{dop}	dovoljen tok $I_{dop} = 311 \text{ A}$ kablovoda z IEC 60502-1 za večžilne kable položene v zraku pri 30°C,
f_1	korekcijski faktor obremenitve vodnika glede na standard IEC 60228, 60502-1 v odvisnosti od temperature zemlje... $f_1 = 0,87$ (kablji položeni na temperaturi zemlje pri 40°C),
f_2	korekcijski faktor glede na standard IEC 60228, 60502-1 št. položenih kablov ... $f_2 = 0,91$ (2 kabla položena na kabelski polici).

Za MFE DSO TEZNO ($I_b = 200,212 \text{ A}$ maksimalni bremenski tok):

1. $I_b \leq I_{nv} \leq I_z$ za izračun: **$130,192 \text{ A} \leq 160 \text{ A} \leq 246,218 \text{ A} \dots$ pogoj izpolnjen**
2. $I_i \leq 1,45 \cdot I_z$ za izračun: **$358 \text{ A} \leq 1,45 \cdot 246,218 \text{ A} \dots$ pogoj izpolnjen**

Vgrajene zaščitne naprave morajo zanesljivo prekiniti tok okvare, preden bi povzročil nevarnost ali poškodbe zaradi toplotnih in mehanskih učinkov v kablovodu ali napravah na mestu okvare. Tok okvare, ki se pojavi kjerkoli v tokokrogu, mora zaščitna naprava prekiniti v tolikšnem času, da vodniki tokokroga dosežejo največ dopustno temperaturo.

Za okvare (kratkostična stanja), ki trajajo od 0,1 do 5 s, lahko določimo čas t_{KB} v katerem tok okvare poveča temperaturo prevodnega dela in izolacije vodnikov do najvišje dovoljene temperature vodnikov in za posamezen tip izolacije mejne temperature, pri kateri še ohranja svoje električne in mehanske lastnosti

$$t_{KB} = \frac{(k_1 \cdot S)^2}{I^2_{k_{min}}} \text{ za izračun: } t_{KB} = 25,4305 \text{ s} \dots \text{ za kablovod W3 NA2XY-J 4x150 mm}^2$$

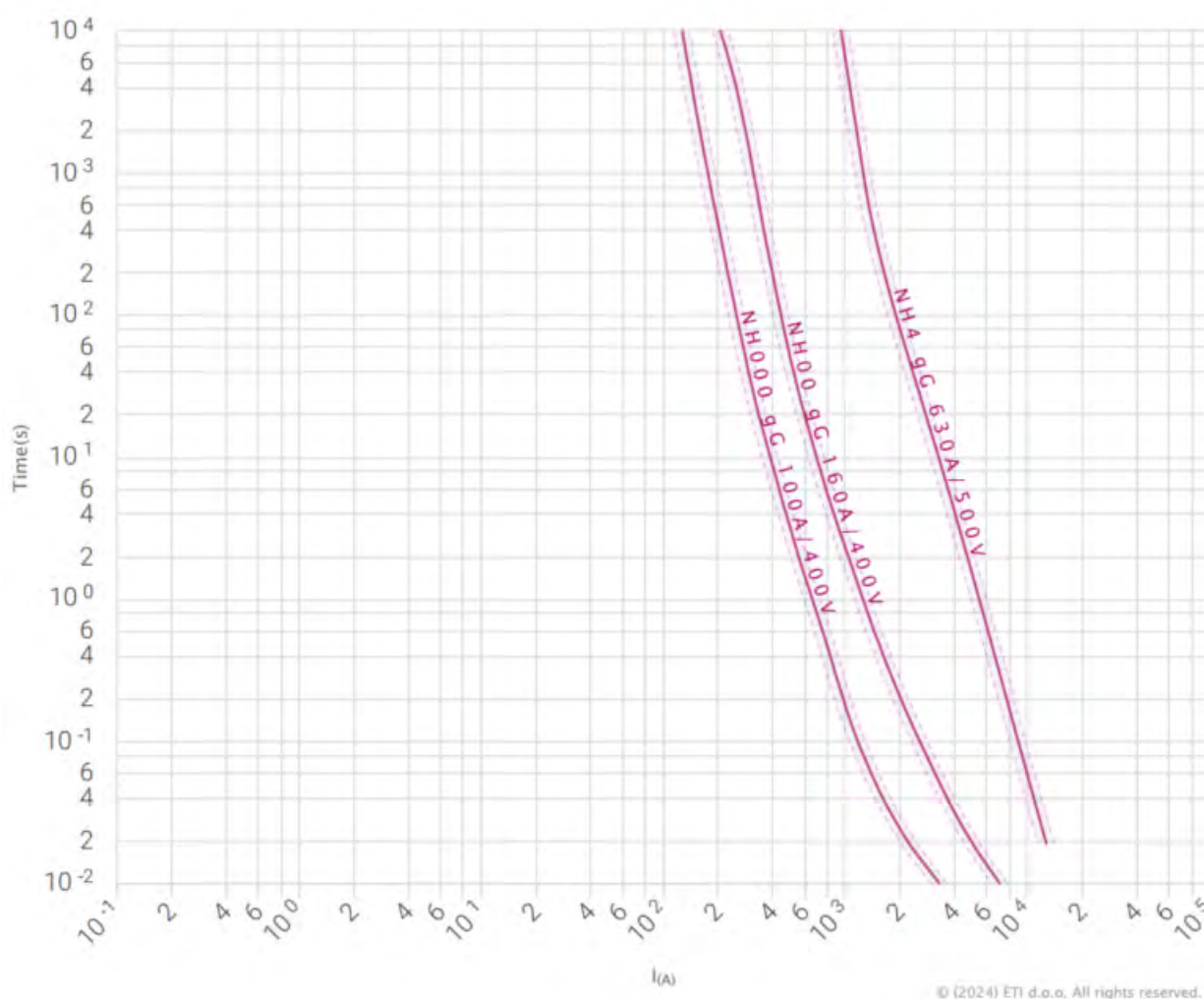
t_{KB}	čas v katerem izračunan tok kratkega stika segreje vodnike do najvišje dovoljene temperature,
$I_{k_{min}}$	efektivna vrednost dejanskega kratkostičnega toka v (A)
S	prerez vodnika v (mm ²)
k_1	faktor, ki je odvisen od materiala uporabljenega za vodnik (specifične upornosti, Temperaturnega koeficienta, toplotne kapacitete materiala, začetne PVC – 70°C oziroma XLPE – 90°C in končne PVC – 160° oziroma XLPE – 250°C temperature vodnika). Za skupno XLPE izolacijo vodnikov je vrednost k_1 za (Al=94; Cu=143) in za skupno PVC izolacijo vodnikov je vrednost k_1 za (Al=76; Cu=115) podatki so prikazani v SIST IEC 60364-4-43:2009, preglednici 43A.

Iz diagrama izklopnih karakteristik I/t NV/HH talilnih vložkov karakteristike gG (iz kataloga ETI) za uporabljene 100 A talilne vložke ob izračunanem minimalnem enopolnem kratkem stiku lahko določimo čas prekinitev talilnega vložka. Enako lahko ob pojavu minimalnega kratkostičnega toka za posamezen

izvod napajanja in pripadajočega varovalnega vložka določimo največji čas, da pride do prekinitve napajanja na naslednji način:

Opomba:

V preglednici 1: Rezultati dimenzioniranja kablovodov od TP , razdelilna omara, ločilno mesto, R DC/AC in do razsmernika1 in 2 MFE DSO TEZNO . Kot rezultati dimenzioniranja so upoštevni najslabši pogoji delovanja. Kar v tem primeru pomeni, ob polni oddaji v omrežje do TP in polnem lastnem odjemu iz elektrarne. Torej moč $P_{\text{gen}} = 90,200 \text{ kW}$ od R Razsmernik 1,2 in 3 do razdelilne omare (W1.1, W1.2,W1.3, W2, W3,W4).



slika 6: Prikaz izklopnih karakteristik I/t NV/HH talilnih vložkov karakteristike gG s prikazanimi časi izklopa za izračunane enofazne kratkostične tokove glede na nadomestno vezje na sliki 5.

Za kratke stike, ki trajajo manj kot 0,1 s mora biti izpolnjen naslednji pogoj. Naprava skozi katero teče tok okvare - (kratkostični) tok mora imeti $(k_1 \cdot S)^2 > I_{k_min2} \cdot t$ večjo vrednost od prepuščene energije zaščitne naprave, ki jo navede proizvajalec zaščitne naprave.

Preglednica 1: Rezultati dimenzioniranja kablovodov od TP do razsmernika 1 MFE DSO TEZNO

Tokokrog	Tip kabla	I_{DOP} (A)	$f_1 \times f_2$	l_z (A)	I_b (A)	I_{nv} (A)	$U_{\%}$ (%)	t_{db} (S)	$(k_1 \cdot S)^2 > I_{k_{min}}^2 \cdot t$
Od TP do Obstoječa PMO W4	3 x NA2XY-J 4x240 mm ²		0,87x91		131	600		85,47	519,840000*10 ⁶ > 4,141930*10 ⁶
Od Obstoječe PMO do nove PMO – W3	NA2XY-J 4x150 mm ²	311	0,87x0,91	246	131	160	0,1022	13,13	198,810000*10 ⁶ > 0,490546*10 ⁶
Od R DC / AC do nove PMO - W2	NA2XY-J 4x150 mm ²	311	0,87x0,91	246	131	160	0,5110	25,43	198,810000*10 ⁶ > 0,603533*10 ⁶
Od R DC / AC do R Razsmernik 3- W1.3	NA2XY-J 4x10 mm ²	59	0,87x0,91	47	30	40	0,1069	0,26	1,322500*10 ⁶ > 0,025650*10 ⁶
Od R DC / AC do R Razsmernik 2- W1.2	NA2XY-J 4x10 mm ²	59	0,87x0,91	47	20	40	0,0625	0,26	1,322500*10 ⁶ > 0,025650*10 ⁶
Od R DC / AC do R Razsmernik 1- W1.1	NA2XY-J 4x35 mm ²	126	0,87x0,91	100	82	100	0,0889	2,36	16,200625*10 ⁶ > 0,098710*10 ⁶

3/1_2.4 Kontrola padcev napetosti

Padci napetosti v nizkonapetostnem omrežju ali DC povezavah povzročajo izgube pri prenosu energije in druge različne težave, zato jih je potrebno ovrednotiti.

Padec napetosti v DC povezovalnih vodih so odvisni predvsem od oddaljenosti niza modulov od razsmernika in tokovne obremenitve vodnikov. Pri MFE DSO TEZNO so na razsmernik 1 priklopljeni enojni nizi na MPPT od 1.1 do 1.4 po en niz, iz tega sledi, da največja obremenitev iz niza na Razsmerniku 1 enaka 13,200 kW.

Največji padec napetosti bo torej imel tokovno najbolj obremenjen niz in oddaljen niz. Vsi nizi so povezani s Cu solarnim kablom H1Z2Z2-K 1 x 6 mm² odpornim na UV in IR sevanje. Položeni so v kabelskih kanalih, plus vodnik in minus vodnik posebej. Padec napetosti na Razsmerniku 1 niza 1.3 znaša 13,200 kW, dolžina 30 m je določen

$$\Delta u_{\%} = \frac{200 \cdot l \cdot P}{\lambda \cdot S \cdot U^2} = \frac{200 \cdot 30 \cdot 13200}{56 \cdot 6 \cdot 1000^2} \Rightarrow \Delta u_{\%} = 0,2357\% \Rightarrow \Delta U = 2,357V$$

l ... dolžina vodnika v [m],

P ... moč niza [W] $P_{niz1.3}$

λ ... specifična električna prevodnost za Cu

S ... presek vodnika v [mm²]

U ... napetost [V]

Dolžina najdaljšega niza: $l = 30$ m

$P_{Niz1.3} = 13,200$ kW

$\lambda = 56$ [Sm/mm²]

Presek vodnikov $S = 6$ mm²

Napetost niza 1: $U_{niz1.3} = 1000$ V

Padec napetosti vedno kontroliramo od točke priključitve v interno omrežje do najbolj oddaljenega razsmernika od točke priključitve. Padec napetosti je odvisen od obremenitve, dolžine, preseka in specifične upornosti, določimo ga po sledeči enačbi:

$$u_{\%} = P \cdot l \cdot k \quad \text{kjer je} \quad k = \frac{R_s \cdot (1 + \operatorname{tg} \varphi \cdot \frac{X_s}{R_s})}{10 \cdot U^2}$$

Kjer so:

R_s	ohmska upornost kablovoda (Ω/km)
X_s	induktivna upornost kablovoda (Ω/km)
$\operatorname{tg} \varphi$	faktor izgube (za predpisan $\cos \phi = 0,95$ je $\operatorname{tg} \phi = 0,329$)
U	nazivna napetost (kV)
P	prenosna moč (kW)
l	dolžina voda (km)

$u_{\%}$ na tokokrogu W1.1:	$u_{\%} = 56,320 \cdot 0,005 \cdot 0,344982 = 0,0889\%$
$u_{\%}$ na tokokrogu W1.2:	$u_{\%} = 13,640 \cdot 0,005 \cdot 1,163184 = 0,0625\%$
$u_{\%}$ na tokokrogu W1.3:	$u_{\%} = 20,240 \cdot 0,005 \cdot 1,163184 = 0,1069\%$
$u_{\%}$ na tokokrogu W2:	$u_{\%} = 90,200 \cdot 0,05 \cdot 0,144569 = 0,5110\%$
$u_{\%}$ na tokokrogu W3:	$u_{\%} = 90,200 \cdot 0,01 \cdot 0,144569 = 0,1022\%$
$u_{\%}$ na tokokrogu W4:	$u_{\%} = 90,200 \cdot 0,12 \cdot 0,031342 = 0,2659\%$

Celoten padec napetosti od TP do razsmernika 1 (po kabelski trasi najbolj oddaljen od vira moči in večje moči glede na sliko 5 in grafični del tega PZI) znaša: **$u_{\%} = 1,1374 \%$** .

Dovoljene meje napajalne napetosti so zapisane v standardu SIST EN 50160 in v SONDSEE, (Ur. list RS, št. 7/21), in glede na izračun **USTREZAJO**.

Popis montažnih del:

Opis vgrajenega materiala	Enota	Količina
Izdelava podkonstrukcije	kpl	1
Pritrditev modulov	kpl	1
Povezovanje modulov in izdelava ožičenja za izenačitev potencialov	kpl	1
Položitev kabelskih kanalov in izdelava tras z ureditvijo premostitev strelovodnih instalacij	kpl	1
Montaža razsmernikov in DC opreme	kpl	1
Polaganje DC in AC kablov	kpl	1
Izdelava ločilnega mesta	kpl	1
Namestitev ločilnega mesta	kpl	1
Izvedba priklopov razsmernika in ločilnega mesta s povezavo do obstoječega razdelilca	kpl	1
Izvedba povezav med obstoječim razdelilcem, ločilnim mestom, R DC / AC 1 in razsmernikom	kpl	1
Izvedba ozemljilnih povezav in povezav izenačitve potencialov	kpl	1
Pregled in nastavitev zaščitnih elementov	kpl	1
Izvedba meritev ter stikalne manipulacije	kpl	1
SKUPAJ		

3/1_4 Grafični in tehnični prikazi:

3/1_4.1	Naslovna stran s kazalom
3/1_4.2	Predvidena katastrska situacija
3/1_4.3	Tloris objekta z merami in razporeditvijo modulov
3/1_4.4	Pozicije modulov in tvorbe nizov
3/1_4.5	Pozicije modulov in tvorbe nizov
3/1_4.6	Enopolna shema priključitve
3/1_4.7	Vezalna shema modulov, optimizatorjev, razsmernika 1 in AC omarice
3/1_4.8	Vezalna shema modulov, optimizatorjev, razsmernika 2
3/1_4.9	Vezalna shema nove PMO – ločilno mesto
3/1_4.10	Notranji in zunanji izgled DC / AC omare s popisom materiala
3/1_4.11	Notranji in zunanji izgled nove PMO omare s popisom materiala

3/1_5 Priloge:

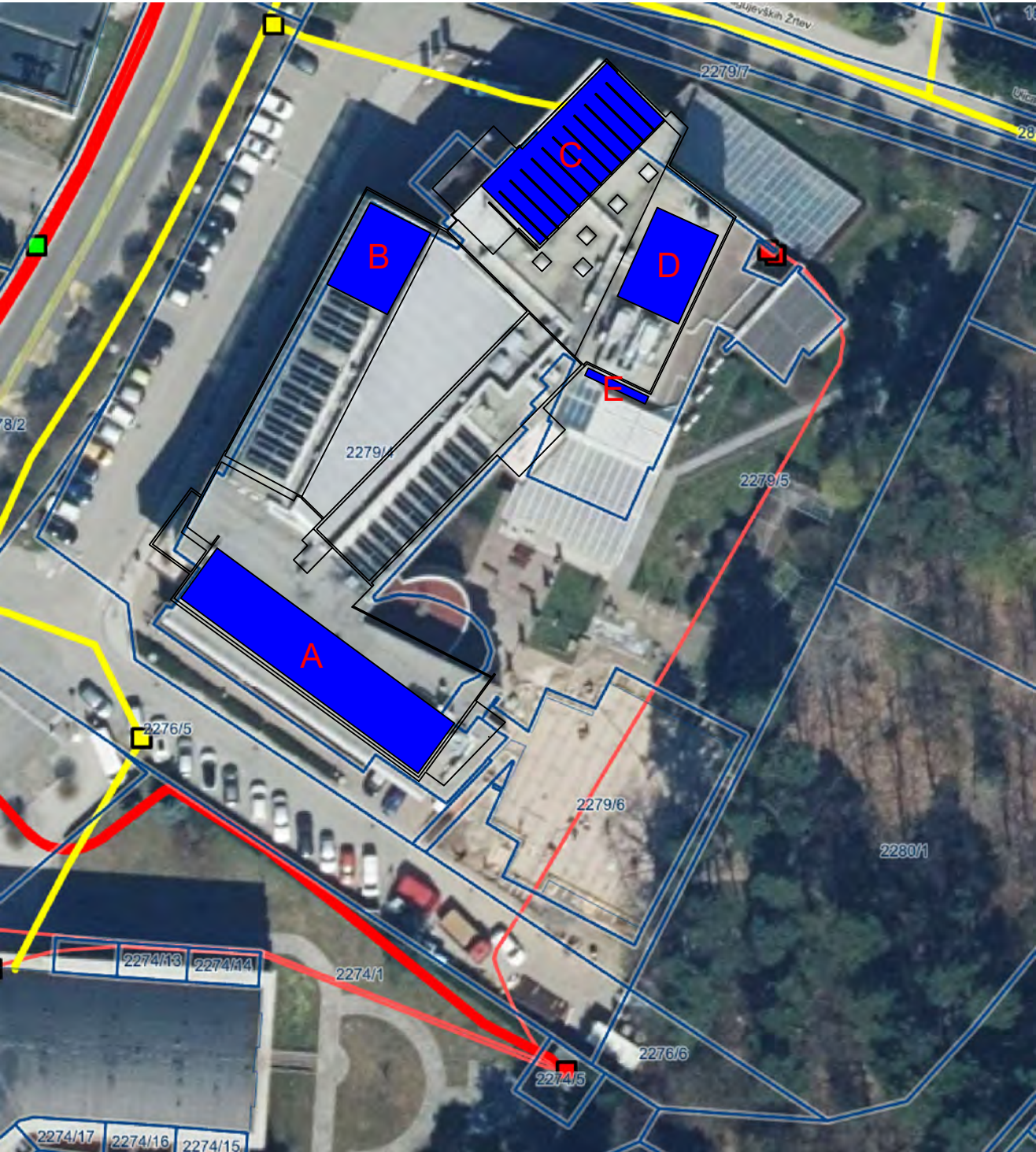
[illegible]

A

B

C

D



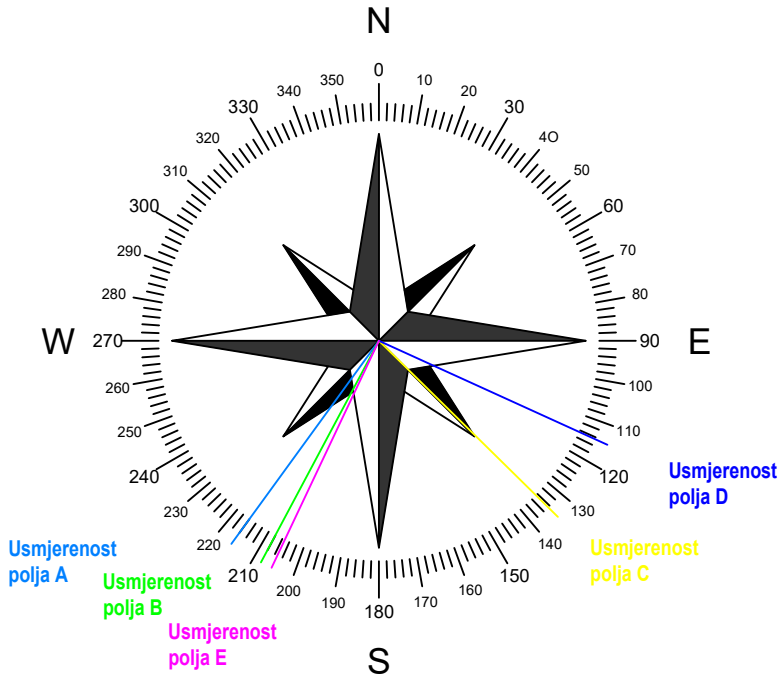
Kritina je ravna streha z mehko bitumensko kritino.

- Polje A: 73 modulov bo nameščeno z azimutom 216°, naklon 9°, izkoridtek obsevanja 91%,
- Polje B: 18 modulov bo nameščenih z azimutom 208°, naklon 10°, izkoristek obsevanja 92%,
- Polje C: 68 modulov bo nameščenih z azimutom 135°, naklon 16°, izkoristek obsevanja 92%.
- Polje D: 28 modulov bo nameščenih z azimutom 112°, naklon 10°, izkoristek obsevanja 90%.
- Polje E: 18 modulov bo nameščenih z azimutom 205°, naklon 90°, izkoristek obsevanja 70%.

Moduli bodo nameščeni v pokončni in ležeči orientaciji na ozemljeno podkonstrukcijo.

Moduli: JKM-440N-54HL4R TIGER NEO 440Wp monokristalni silicij ... 205 kos

Razsmernik $P_{DCmax} = 90,200 \text{ kW}$... pričakovana DC moč = 78,130 kW,
pričakovana letna proizvodnja = 85,943 MWh



Tvorjenje nizov in MPPT:

Razsmernik : Huawei SUN2000-50KTL-M3 in Huawei SUN2000-17KTL-M5 :

Razsmernik1: Huawei SUN2000-50KTL-M3 :

- MPPT_1: Niz 1.1 ... $P_{Niz1.1} = 13,200 \text{ kWp}$... 30 modulov (15 x MERC-1100-P(2:1)),
- MPPT_1: Niz 1.2 ... $P_{Niz1.2} = 13,200 \text{ kWp}$... 30 modulov (15 x MERC-1100-P(2:1)),
- MPPT_3: Niz 1.3 ... $P_{Niz1.3} = 14,960 \text{ kWp}$... 34 modulov (17 x MERC-1100-P(2:1)),
- MPPT_3: Niz 1.4 ... $P_{Niz1.4} = 14,960 \text{ kWp}$... 34 modulov (17 x MERC-1100-P(2:1)),

Razsmernik2: Huawei SUN2000-17KTL-M5 :

- MPPT_1: Niz 2.1 ... $P_{Niz2.1} = 5,720 \text{ kWp}$... 13 modulov (13 x SUN2000-600W-P(1:1))
- MPPT_1: Niz 2.2 ... $P_{Niz2.2} = 3,960 \text{ kWp}$... 9 modulov (9 x SUN2000-600W-P(1:1)),
- MPPT_2: Niz 2.3 ... $P_{Niz2.3} = 3,960 \text{ kWp}$... 9 modulov (9 x SUN2000-600W-P(1:1)),

Razsmernik3: Huawei SUN2000-17KTL-M5 :

- MPPT_1: Niz 3.1 ... $P_{Niz3.1} = 7,920 \text{ kWp}$... 18 modulov (18 x SUN2000-600W-P(1:1))
- MPPT_1: Niz 3.2 ... $P_{Niz3.2} = 6,160 \text{ kWp}$... 14 modulov (14 x SUN2000-600W-P(1:1)),
- MPPT_2: Niz 3.3 ... $P_{Niz3.3} = 6,160 \text{ kWp}$... 14 modulov (14 x SUN2000-600W-P(1:1)),

Projektant: SONCE energija d.o.o. Šmartinska cesta 130, 1000 Ljubljana		 Partner of 	
Investitor: Dom starejših občanov Tezno, Panonska ulica 41, 2000 Maribor. MS: 1778439	Datum: Avgust, 2024		Podpis:
	Poobl. inž.: dr. Klemen Stopar, u.d.i.e. E-1396		
	Pregl.: mag. Gregor Novak, u.d.i.e.		
	Risal: Marko Cividini, teh. meh.		
Opis projekta: MFE DSO Tezno Panonska ulica 41, 2000 Maribor parcelna številka 2279/4, katastrska občina 680 Tezno			
Merilo: 1:500	Št. načrta: 2208/24-MC	Načrt: 3/1	Stran: 4.2
Faza projekta: PZI		Naslov risbe: Predvidena katastrska situacija	

	- Objekti elektro omrežja
	- SN vod (10 kV)
	- NN vod (0,4 kV)
	- Svetila
	- Objekti plinovodnega omrežja
	- Plinovod
	- Elektro omare objekt
	- Parcelna meja
	- Baterija
	- Razsmernik
	- DC trasa

SONCE
Partner of
SUNCONTRACT

Podpis:

Allen S

4/1/22

W. C. Coker

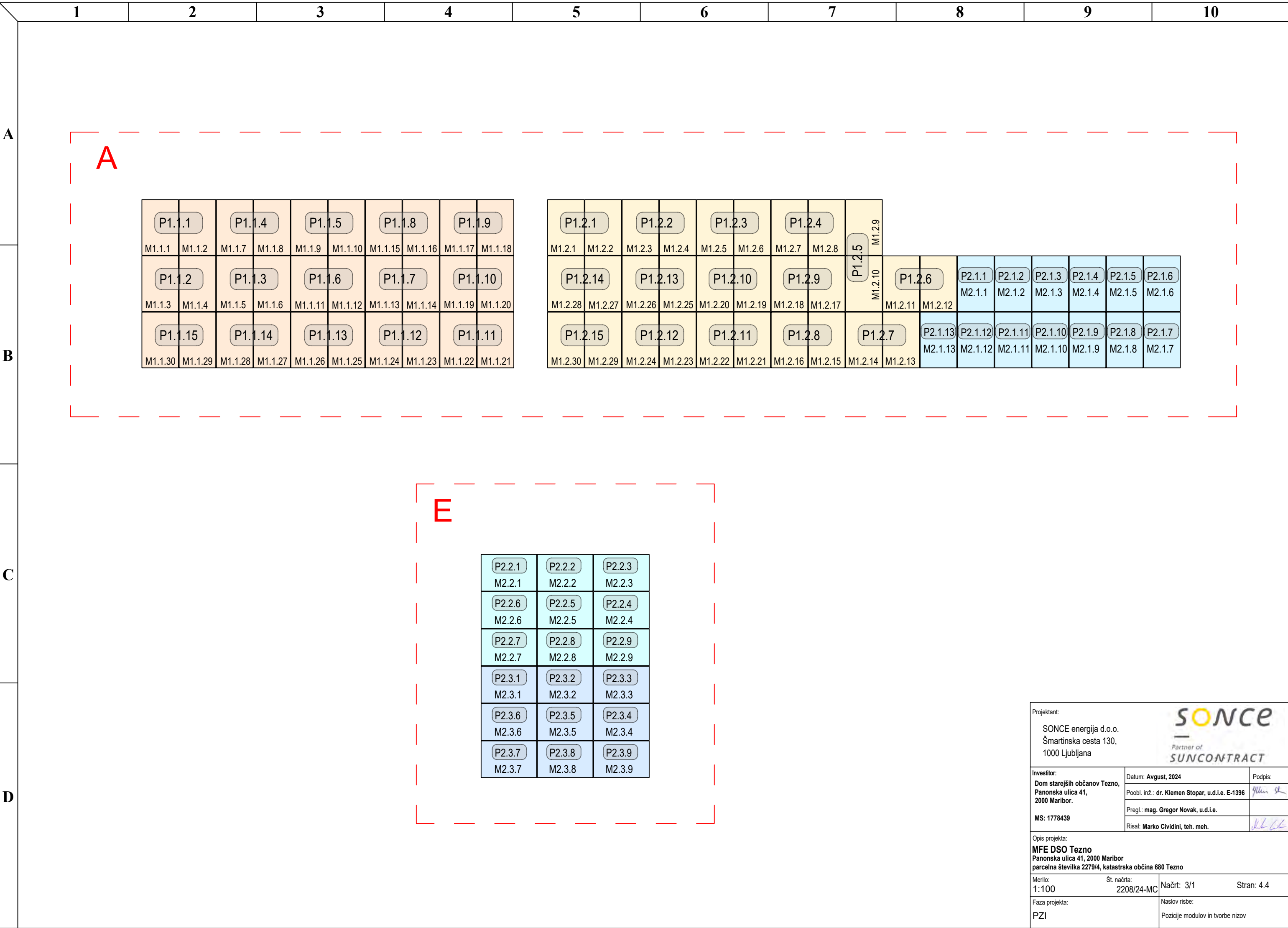
W. C. Coker

Stran: 4.3

Naslov risbe:

Tloris objekta z merami in razporeditvijo modulov

Izloži objekt z merami in razporeditvijo modulov



Investitor:
Dom starejših občanov Tezno,
Panonska ulica 41,
2000 Maribor.

MS: 1778439

Datum: Avgust, 2024

Poobl. inž.: dr. Klemen Stopar, u.d.i.e. E-1396

Pregl.: mag. Gregor Novak, u.d.i.e.

Risal: Marko Cividini, teh. meh.

Podpis:

Opis projekta:
MFE DSO Tezno
Panonska ulica 41, 2000 Maribor
parcelna številka 2279/4, katastrska občina 680 Tezno

Merilo:
1:100

Št. načrta:
2208/24-MC

Načrt: 3/1

Stran: 4.4

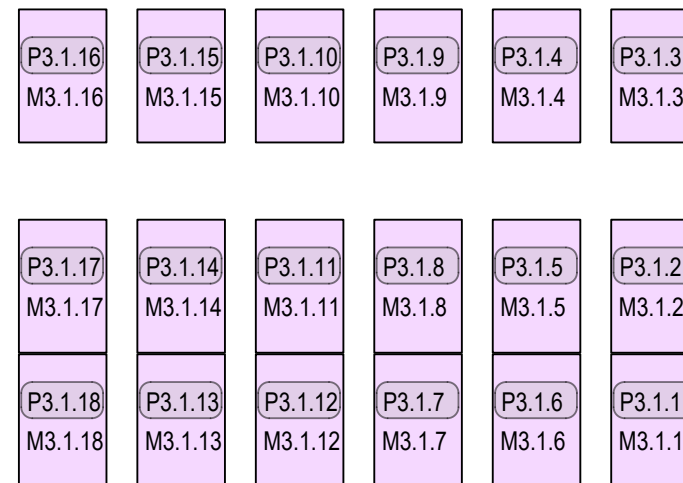
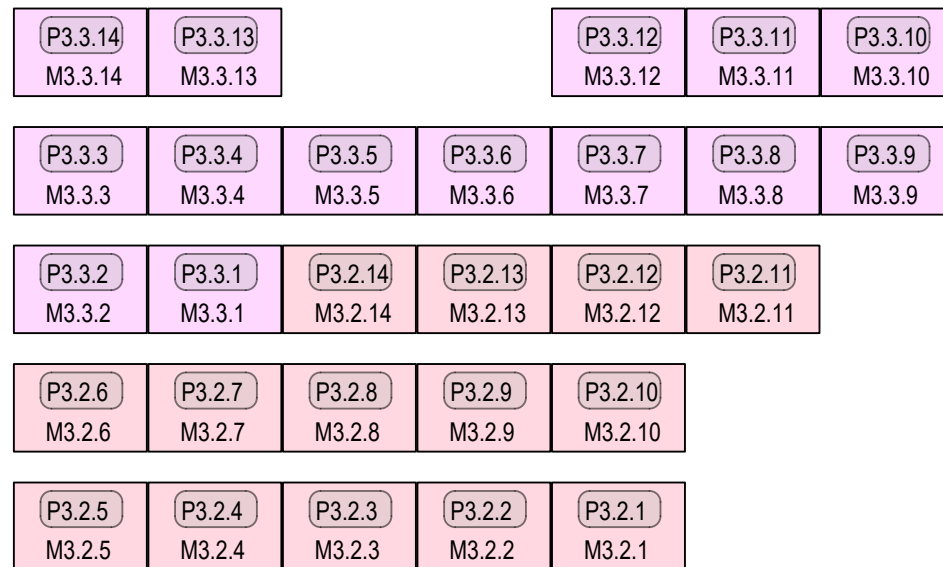
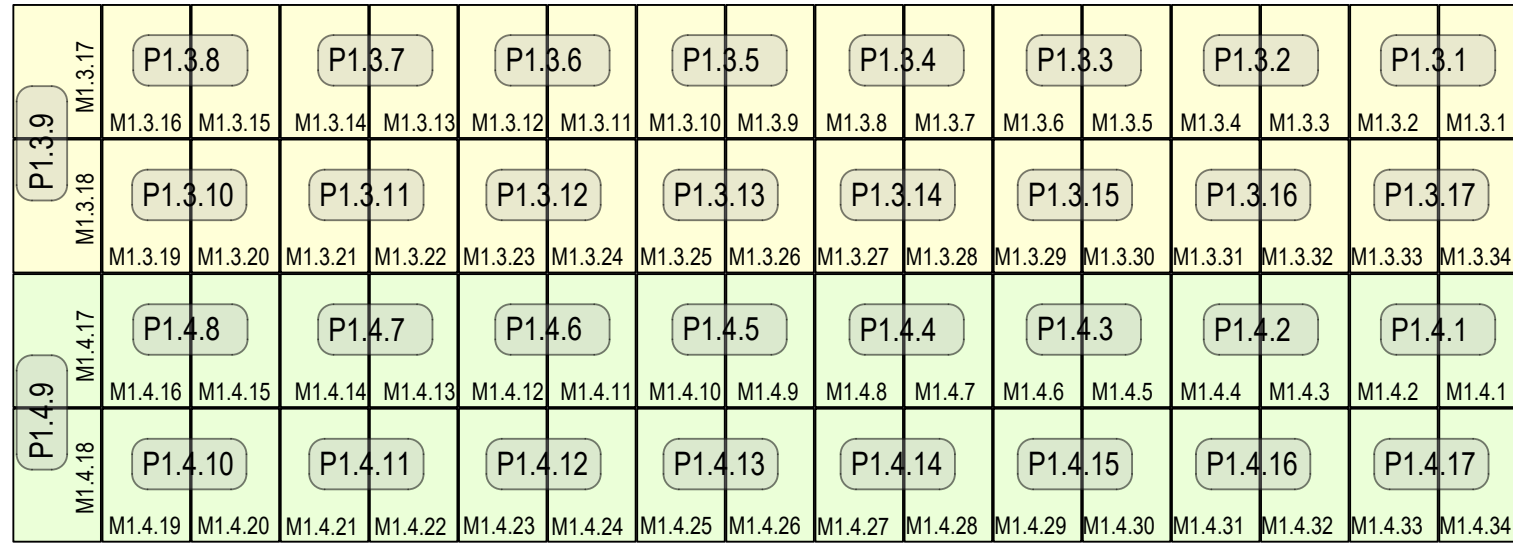
Faza projekta:
PZI

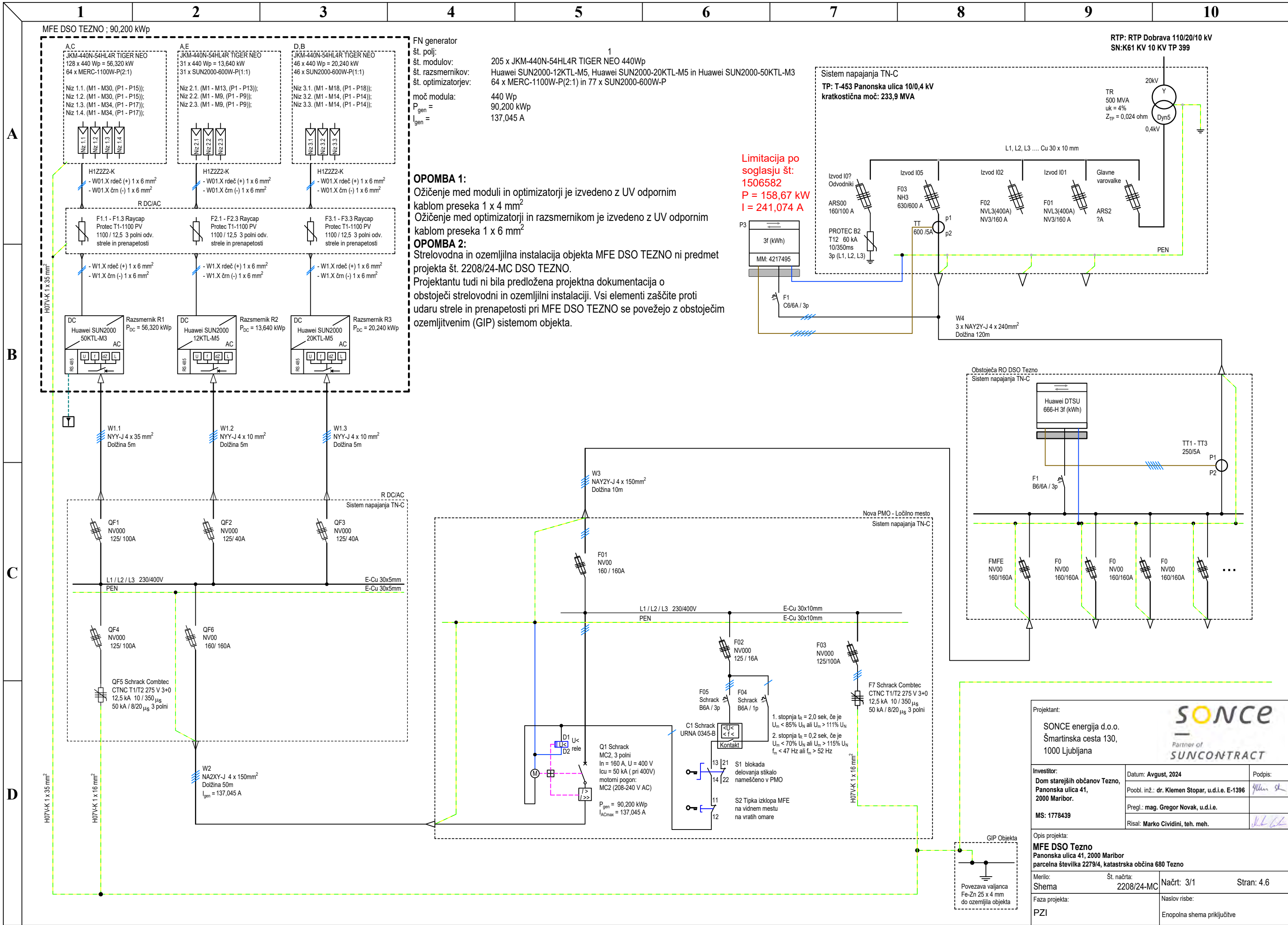
Naslov risbe:
Pozicije modulov in tvorbe nizov

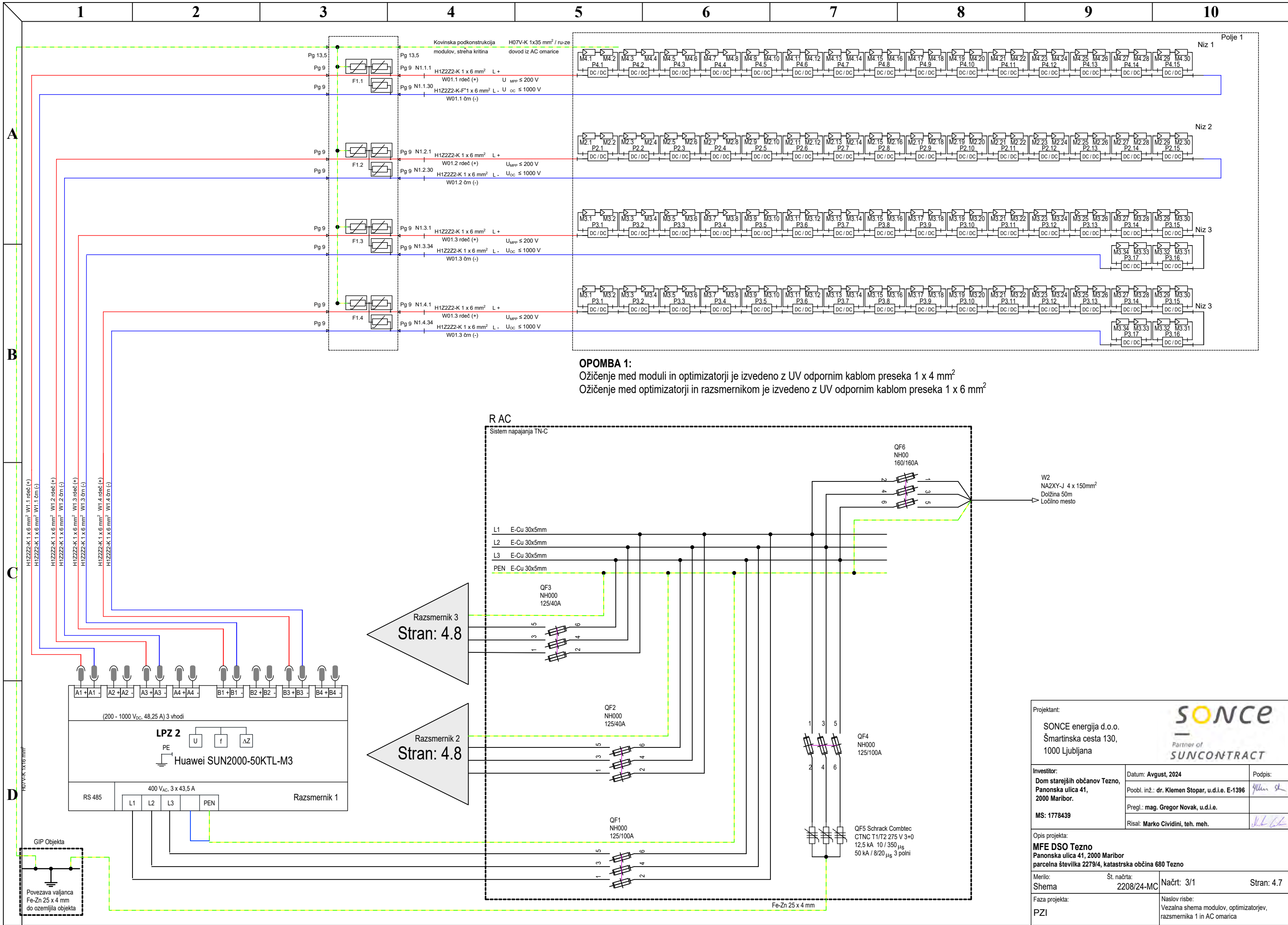
SONCE

Partner of

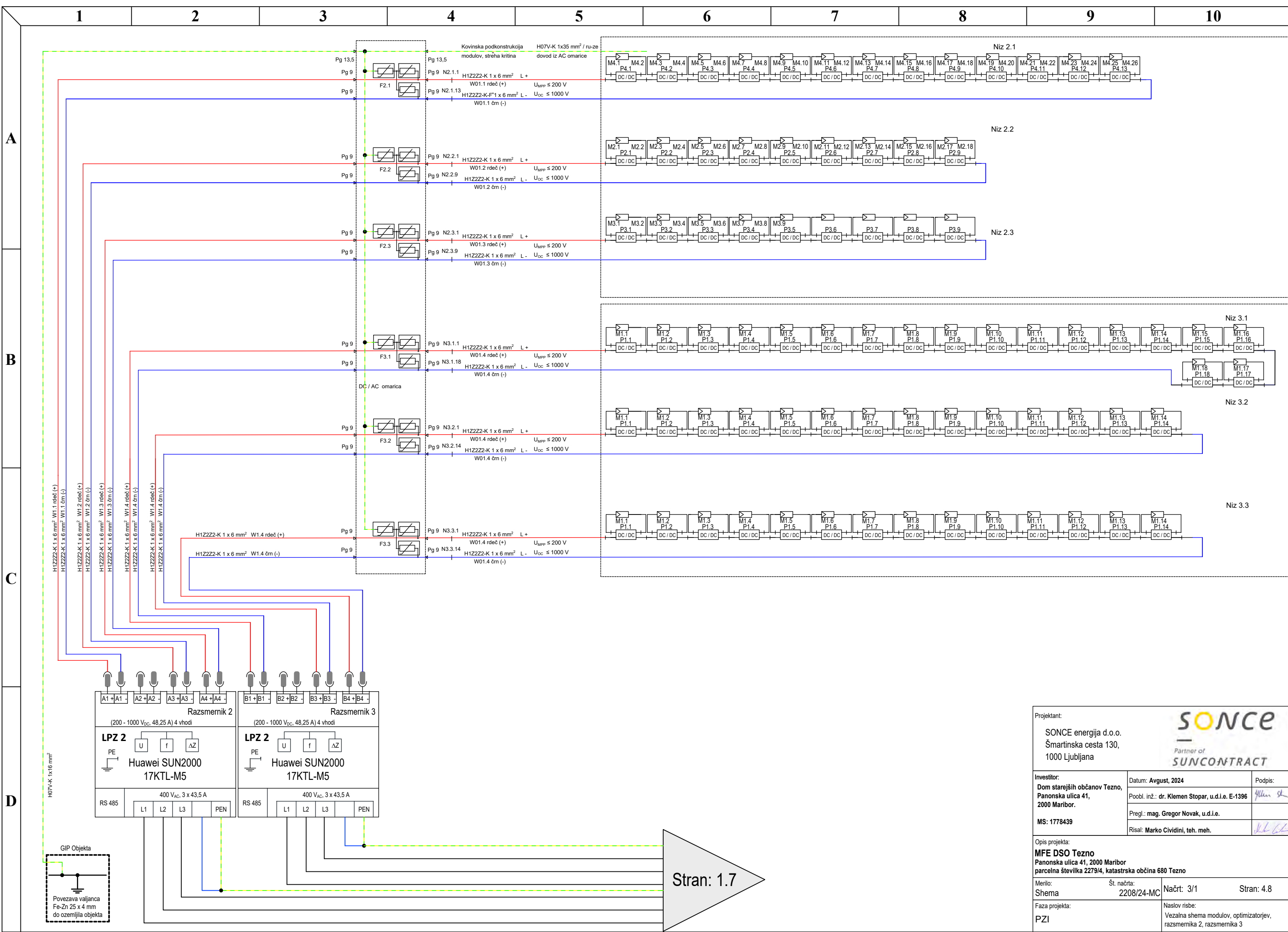
SUNCONTRACT







Projektant: SONCE energija d.o.o. Šmartinska cesta 130, 1000 Ljubljana		
Investitor: Dom starejših občanov Tezno, Panonska ulica 41, 2000 Maribor.	Datum: Avgust, 2024 Poobl. inž.: dr. Klemen Stopar, u.d.i.e. E-1396 Pregl.: mag. Gregor Novak, u.d.i.e. Risal: Marko Cividini, teh. meh.	Podpis:  
MS: 1778439		
Opis projekta: MFE DSO Tezno Panonska ulica 41, 2000 Maribor parcelna številka 2279/4, katastrska občina 680 Tezno		
Merilo: Shema	Št. načrta: 2208/24-MC	Načrt: 3/1 Stran: 4.7
Faza projekta: PZI	Naslov risbe: Vežalna shema modulov, optimizatorjev, razsmernika 1 in AC omarice	



Projektant: SONCE energija d.o.o. Šmartinska cesta 130, 1000 Ljubljana		
		
Investitor: Dom starejših občanov Tezno, Panonska ulica 41, 2000 Maribor. MS: 1778439	Datum: Avgust, 2024	Podpis:
	Poobl. inž.: dr. Klemen Stopar, u.d.i.e. E-1396	
	Pregl.: mag. Gregor Novak, u.d.i.e.	
	Risal: Marko Cividini, teh. meh.	
Opis projekta: MFE DSO Tezno Panonska ulica 41, 2000 Maribor parcelna številka 2279/4, katastrska občina 680 Tezno		
Merilo: Shema	Št. načrta: 2208/24-MC	Načrt: 3/1 Stran: 4.8
Faza projekta: PZI		Naslov risbe: Vezalna shema modulov, optimizatorjev, razsmernika 2, razsmernika 3

D

Sistem napajanja TN-C



A

B

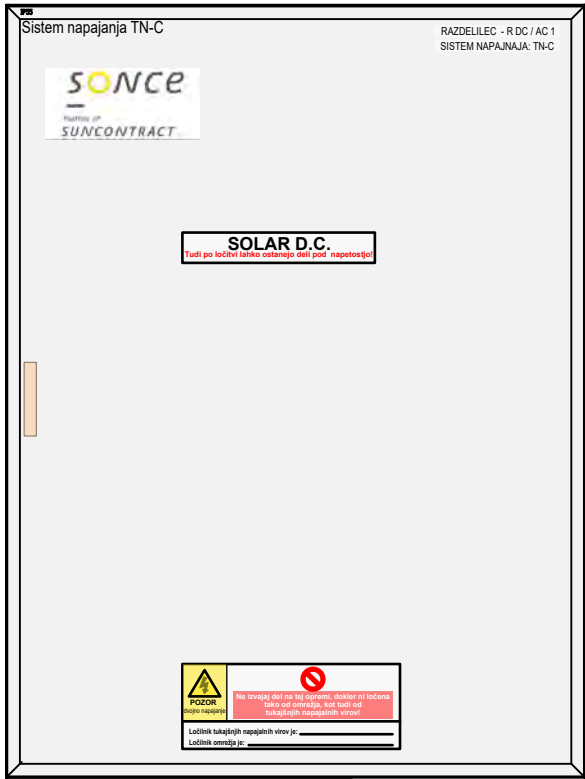
C

D

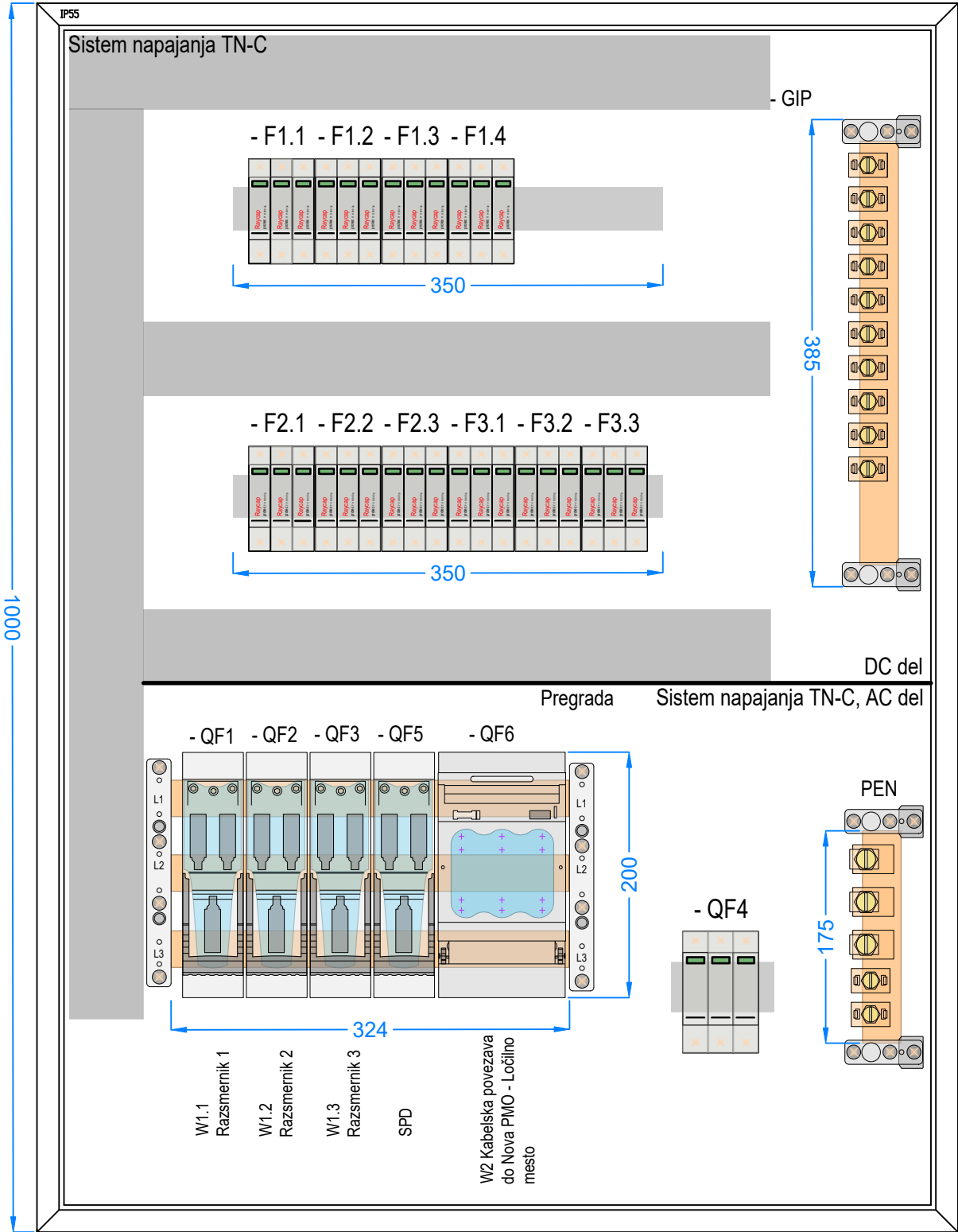
12345678910

Izbran tip DC/AC omarice MPIK 2:

- Zidna,
- oliester.,
- enokrilna,
- IP66 zaščita,
- dimenzije 1000x750x312,
- RAL 7035.



Ppgled na vrata omarice(merilo 1:10)



Ppgled znotraj omarice

Popis materiala za DC del omarice in MFE			
Poz.	Oznaka	Naziv opreme	Količina
1.	Podkon.	Podkonstrukcija za ravno kritino	1 kpl
2.	Moduli	AKCOME CHASER-M10/108P 410W Wp	205 kos
3.	Razsm.	Huawei SUN2000-50KTL-M3	1 kos
4.	Razsm.	Huawei SUN2000-12KTL-M5	1 kos
5.	Razsm.	Huawei SUN2000-20KTL-M5	1 kos
6.	Opti.	Huawei SUN2000-600W-P	77 kos
7.	Opti.	Huawei MERC-1100W-P	64 kos
8.	F1.1 do F3.3	Prenapetostni odvodnik RAYCAP PROTEC T1 1100V 3p	10 kos
9.	Omarica	Plastična omarica MAXIPOL POVA4330 (Schrack)	1 kos
10.	Mont. tir	montažni tir 35/7,5 ... 1 meter	1 kpl
11.	Kabel	Solarni kabel H1Z2Z2-K 1x6mm ² (rdeče + črne barve)	200+200m
12.	Konektor	Konektor za stiskanje tip MC4 (moški)	10 kos
13.	Konektor	Konektor za stiskanje tip MC4 (ženski)	10 kos
14.	cev	Cev Euroflex 40	25 m
15.	Žica	Cu, 35 mm ² za povezave RU-ZE	100 m
Popis materiala za AC del omarice			
Poz.	Oznaka	Naziv opreme	Količina
15.	Žica	Cu, 16 mm ² RU-ZE za povezave	20 m
16.	Žica	Cu, 35 mm ² RU-ZE za povezave	30 m
17.	W2	NA2XY-J 4 x 150 mm ²	50 m
18.	Kab. čevlji	Kabeljski čevlji Al-Cu 150mm ²	6 kos
19.	PEN, GIP	Zbiralka E-Cu 30 x 5 mm (2 x 175 mm) s priključki in vpetjem	1 kpl
20.	L1, L2, L3	Zbiralka E-Cu 30 x 5 mm (3 x 215 mm) + 2 x nosilec	1 kpl
21.	Priključek	priključnica za 60 mm zbiralčni sestav 3p	1 kpl
22.	QF1	Var. ločilnik Wohner NV000 za 60 mm sestav + 100 A vložki	1 kpl
23.	QF2	Var. ločilnik Wohner NV000 za 60 mm sestav + 25 A vložki	1 kpl
24.	QF3	Var. ločilnik Wohner NV000 za 60 mm sestav + 32 A vložki	1 kpl
25.	QF4	Var. ločilnik Wohner NV000 za 60 mm sestav + 100 A vložki	1 kpl
26.	QF5	Schrack Combtec CTNC T1/T2 275 V 3+0	1 kos
27.	QF6	Var. ločilnik Wohner NV000 za 60 mm sestav + 160 A vložki	1 kpl
27.	Kanali	Kabelski kanal 60mm s pokrovom	1 kpl
28.	Polica	K. polica PK š: 200mm, v: 60mm, d: 2000mm + pokrov	100 m
29.	Razno	Drobni montažni material	1 kpl
30.	W1.1-1.3	NYJ-J 4 x 35 mm ²	12 m
31.	Kab. čevlji	Kabeljski čevlji Al-Cu 35mm ²	18 kos

Projektant:

SONCE energija d.o.o.
Šmartinska cesta 130,
1000 Ljubljana




Investitor:
Dom starejših občanov Tezno,
Panonska ulica 41,
2000 Maribor.

Datum: Avgust, 2024
Poobl. inž.: dr. Klemen Stopar, u.d.i.e. E-1396
Pregl.: mag. Gregor Novak, u.d.i.e.
Risal: Marko Cividini, teh. meh.

Podpis:



MS: 1778439

Opis projekta:
MFE DSO Tezno
Panonska ulica 41, 2000 Maribor
parcelna številka 2279/4, katastrska občina 680 Tezno

Merilo: 1:5
Faza projekta: PZI

Št. načrta: 2208/24-MC

Načrt: 3/1
Stran: 4.10

Naslov risbe:
Notranji in zunanji izgled DC/AC
omarine s popisom materiala