



This Project is funded
by the European Union

Western Balkans
Investment Framework



BUILDING THE EUROPEAN FUTURE TOGETHER

BLENDING
PUBLIC
PRIVATE



GUARANTEES



European
Investment Bank | Global

Financed under a specific grant agreement no 220/420-596 from the EU-IPA Multi-Beneficiary Programme for Albania, Bosnia and Herzegovina, Kosovo*, Montenegro, North Macedonia and Serbia

Western Balkans Investment Framework

Infrastructure Project Facility

Technical Assistance 11 (IPF 11)

AA-010358

Solarna elektrana Morava, Projektna dokumentacija – Komponenta B

WB28-SRB-ENE-02

Idejno rešenje



*) Ova oznaka ne prejudicira stavove o statusu i u skladu je sa Rezolucijom SB UN 1244/1999 i Mišljenjem Međunarodnog suda pravde o proglašenju nezavisnosti Kosova

COWI | IPF11

In consortium with CeSTRA, GOPA,
Detecon, TRENECON

Western Balkans Investment Framework (WBIF) Infrastructure Project Facility Technical Assistance 11 (IPF11)

AA-010358

Solarna elektrana Morava, Projektna dokumentacija –
Komponenta B

WB28-SRB-ENE-02

Idejno rešenje

The Infrastructure Project Facility (IPF) is a technical assistance instrument of the Western Balkans Investment Framework (WBIF) which is a joint initiative of the European Union, International Financial institutions, bilateral donors and the governments of the Western Balkans which supports socio-economic development and EU accession across the Western Balkans through the provision of finance and technical assistance for strategic infrastructure investments. This technical assistance operation is financed with EU funds.

Disclaimer: *The authors take full responsibility for the contents of this report. The opinions expressed do not necessarily reflect the view of the European Union or the European Investment Bank.*

PROJEKAT BR. DOKUMENT BR.
WB28-ENE-SRB-02 CB WB28SRBENE02-CD-EL-TEC-001-CD

VERZIJA	DATUM IZDAVANJA	OPIS	PRIPREMIO	PROVERIO	ODOBRIO
00	23.12.2024.	IDEJNO REŠENJE	ALEKSANDAR JANJIĆ	RADOVAN ČERAMILAC	JEREMY LAZENBY

1 Naslovna strana

2.1 PROJEKAT KONSTRUKCIJE			
Investitor:	Elektroprivreda Srbije, Balkanska 13, 11000 Beograd 		
Objekat:	Izgradnja solarne elektrane Morava snage 34,995MWp na k.p. br. 7, 40/1, 52/5, 69, 93, 2844/6, 2907/2, 3208/2, 5905, 5946, 5947/2 KO Dublje, k.p. br. 328/2, 338/2, 340/4, 345/1 KO Crkvenac, sve opština Svilajnac		
Vrsta tehničke dokumentacije:	IDR – IDEJNO REŠENJE		
Naziv i oznaka dela projekta:	2.1 Projekat konstrukcije		
Izvođenje radova:	Nova gradnja		
Projektant:	GOPA-INTERNATIONAL ENERGY CONSULTANTS GMBH – OGRANAK BEOGRAD Knez Mihajlova 1-3, 11000 Beograd Broj Licence: 002174027 2024 14810 005 000 000 001 		
Odgovorno lice projektanta:	Dejan Rebrić, direktor		
Potpis:			
Odgovorni projektant:	Boban Trepšić, dipl. inž. građ.		
Broj licence:	371D88806		
Potpis:			
Broj dela projekta:	09/2024-K		
Mesto i datum:	Beograd, Decembar 2024.	Sample 1	Rev.: 01

2 Sadržaj projekta konstrukcije

1	Naslovna strana	3
2	Sadržaj projekta konstrukcije	2
3	Odluka o imenovanju odgovornog projektanta	3
4	Izjava odgovornog projektanta	4
5	Tekstualna dokumentacija	5
5.1	Projektni zadatak	5
5.2	Tehnički opis	6
6	GRAFIČKA DOKUMENTACIJA	28
7	Prilozi	29

3 Odluka o imenovanju odgovornog projektanta

Na osnovu člana 128. Zakona o planiranju i izgradnji („Službeni glasnik RS“, br. 72/2009, 81/2009 – ispravka, 64/2010 – odluka SAD, 24/2011, 121/2012, 42/ 2013 – odluka SAD, 50/2013 – odluka SAD, 98/2013 – odluka SAD, 132/2014, 145/2014, 83/2018, 31/2019, 37/2019 – drugi zakon, i 9 /2020, 52/2021 i 62/2023) i odredbe Pravilnika o sadržini, načinu i postupku izrade i načinu vršenja kontrole tehničke dokumentacije prema klasi i nameni objekata („Službeni glasnik RS “, br. 96/2023), kao:

ODGOVORNI PROJEKTANT

Za izradu Idejnog rešenja 2.1. Projekta konstrukcije za novogradnju

Solarne elektrana Morava snage 34,995MWp na k.p. br. 7, 40/1, 52/5, 69, 93, 2844/6, 2907/2, 3208/2, 5905, 5946, 5947/2 KO Dublje, k.p. br. 328/2, 338/2, 340/4, 345/1 KO Crkvenac, sve opština Svilajnac, određuje se:

Boban Trepšić dipl. inž. građ.

IKS 317 D888 06

Projektant:

GOPA-INTERNATIONAL ENERGY CONSULTANTS
GMBH OGRANAK BEOGRAD, Knez Mihajlova 1-3, Beograd
Broj Licence: 002174027 2024 14810 005 000 000 001

Odgovorno lice/ zastupnik:

Dejan Rebrić, director

Potpis:

| 

Broj tehničke dokumentacije:

09/2024-K

Mesto i datum:

Beograd, Decembar2024.

4 Izjava odgovornog projektanta

Odgovorni projektant Idejnogrešenja konstrukcije za novu izgradnju
**Solarne elektrane Morava snage 34,995MWp na k.p. br. 7, 40/1, 52/5, 69, 93,
2844/6, 2907/2, 3208/2, 5905, 5946, 5947/2 KO Dublje, k.p. br. 328/2, 338/2,
340/4, 345/1 KO Crkvenac, sve opština Svilajnac:**

Boban Trepšić, dipl. inž. građ.

I Z J A V L J U J E M

1. Izjavljujem da je projekat izrađen u skladu sa Zakonom o planiranju i izgradnji, propisima, standardima i normativima iz oblasti građevinarstva, kao i stručnim pravilima,
2. Dalje izjavljujem da je projekat u potpunosti usaglašen sa metodama koje obezbeđuju ispunjenje osnovnih uslova za predviđeni objekat, kako je navedeno u izveštajima i studijama.

Odgovorni projektant:

Boban Trepšić, dipl. inž. građ.

Broj licence:

317 D888 06

Potpis:



Broj projekta:

09/2024-K

Mesto i datum:

Beograd, Decembar 2024.

5 Tekstualna dokumentacija

5.1 Projektni zadatak

Projektni zadatak za Idejno rešenje je definisan u Projektnom zadatku za projektnu dokumentaciju solarne elektrane Morava ("Terms of Reference for Solar power plant Morava"), izdatom u septembru 2023. godine. Kompletan zadatak obuhvata izradu projektne dokumentacije za solarnu elektranu na pepelištu TE Morava. Projektna dokumentacija između ostalog uključuje izradu glavnog projekta. Celokupni zadatak je implementiran u okviru WBIF IPF11 koda WB28-SRB-ENE-02.

Detaljniji opis dat je u poglavlju 3.13 dokumenta "Terms of Reference Solar Power Plant Morava" Project documentation Component A WB28-SRB-ENE-02 iz septembra 2023. Navedeni projektni zadatak sadržan je u poglavlju prilozi, ovog idejno rešenja.

5.2 Tehnički opis

5.2.1 Osnova za Idejno rešenje

Od EPS-a je dobijena dokumentacija za izradu Idejnog rešenja projekta Solarne elektrane Morava. Ključna dokumentacija korišćena u procesu izrade ovog dokumenta bila je sledeća:

- > Analiza uslova za izgradnju solarnih elektrana na deponijama pepela Termoelektrana "Morava" i "Kolubara A" - I faza
- > Prethodna studija opravdanosti sa Generalnim projektom za izgradnju solarne fotonaponske elektrane snage 9,9 MW na deponijama pepela Termoelektrane Morava - II faza
- > Podaci o lokaciji za navedene katastarske parcele u Svilajncu
- > Idejno rešenje solarne elektrane Morava - tehnički opis za urbanistički projekat
- > AutoCAD fajlovi:
- > Topografski plan
- > Katastarski plan
- > Projektni zadatak
- > Studija konačne procene vrednosti zatvaranja deponija pepela i šljake termoelektrana Kostolac, Kolubara, Morava, Nikola Tesla A i Nikola Tesla B; 3. segment: Ažurirana studija o proceni zatvaranja deponije pepela i šljake termoelektrane Morava, Rudarski Institut, 2022.

Što se tiče softvera koji se koristi za izradu tehničke dokumentacije, korišćeni su AutoCAD, PVCas i PVsyst.

Pored navedenog, za izradu dokumentacije korišćeni su i zakonski propisi, javno dostupne informacije i drugi relevantni podaci.

5.2.2 Uvod

Ovaj dokument je deo projektne dokumentacije izrađene za solarnu elektranu Morava pod brojem WB28-SRB-ENE-02. Sredstva za izradu projektne dokumentacije obezbeđena su kroz WBIF IPF11 okvir.

Informacije o investitoru i autorima

Investitor

- Korisnik ovog projekta i očekivani investitor u planiranu SE je Elektroprivreda Srbije, akcionarsko elektroprivredno društvo (JP EPS, EPS) u potpunom vlasništvu Republike Srbije.
- Osnovni podaci EPS-a navedeni su u tabeli ispod.

Investitor	Akcionarsko elektroprivreda (JP EPS, EPS)
Sedište	Beograd, Stari Grad
Telefon	-
E-mail:	eps@eps.rs
Vebsajt	www.eps.rs
Adresa	Balkanska 13 11000, Beograd
Ekonomska aktivnost	3514 – Trgovina električnom energijom
Osnovan	1.7.2005.
Poslovni ID	20053658
PIB (PDV)	103920327
Vrsta organizacije	Akcionarsko društvo
DIREKTOR	gospodin Dušan Živković, generalni direktor

Autori

- Projekat se realizuje u okviru WBIF-IPF. Infrastrukturni projektni okvir (IPF) je instrument tehničke pomoći Investicionog okvira za Zapadni Balkan (WBIF), koji je zajednička inicijativa Evropske unije, međunarodnih finansijskih institucija, bilateralnih donatora i vlada Zapadnog Balkana koji podržava društveno-ekonomski razvoj i pristupanje EU zemalja Zapadnog Balkana kroz obezbeđivanje finansiranja i tehničke pomoći za strateške infrastrukturne investicije. Ova vrsta tehničke pomoći finansira se sredstvima EU.
- intec, GOPA-International Energy Consultants GmbH je član konzorcijuma u okviru IPF11 okvirnog sporazuma sa zadatkom da sprovede ovu studiju.
- intec, GOPA-International Energy Consultants GmbH, je nezavisna nemačka konsultantska inženjerska kompanija fokusirana na razvoj praktičnih, inovativnih i isplativih

rešenja za projektovanje i unapređenje elektroenergetskih sistema, primenu održivih energetskih tehnologija i integraciju obnovljivih izvora energije sa naglaskom na ekološke i društvene potrebe i očekivanja.

Stručnjaci koji su razvili projekat su:

Radovan Čeramilac – Menadžer projekta
Nenad Radosavljević – stručnjak za zaštitu životne sredine
Aleksandar Janjić - stručnjak za proračun proizvedene energije
Ivica Milovanović – inženjer elektrotehnike
Boban Trepšić – građevinski inženjer
Ljubomir Popadić – građevinski inženjer
Vesna Ilić Milovanović – inženjer elektrotehnike
Nikola Živanović – stručnjak za rekultivaciju
Slobodan Zlatković – stručnjak za remedijaciju
Tamara Jovanović - Arhitecta

Opšte informacije o projektu

Elektroprivreda Srbije (EPS) namerava da izgradi solarnu elektranu na lokaciji postojeće termoelektrane Morava (TE Morava), koristeći pretežno područje zatvorenih kaseta za odlaganje pepela. Međutim, koristiće se i druge odgovarajuće površine.

Termoelektrana Morava (TE Morava) je postojeća termoelektrana i pripada državnom elektroprivrednomakcionarskom društvu Elektroprivreda Srbije - EPS ad, sa jednim blokom instalisane snage 125 MW, i spada u starije i manje termoelektraneu EPS ad, koje se nalaze na desnoj obali reke Velike Morave u blizini grada Svilajнца. Termoelektrana - TE Morava radi od 1969. godine i koristi lignit kao osnovno gorivo za proizvodnju iz površinskog kopa Kolubara (kod grada Lazarevca) i podzemnog kopa Resavica (oko grada Svilajнца). Elektrana je projektovana za sagorevanje uglja slabijeg kvaliteta iz rudnika sa podzemnom eksploataciom uglja, a tokom rada je radila sa 9 vrsta različitih ugljeva. Počela je sa radom 1969. godine i učestvovala je sa udelom od 2% u ukupnoj nacionalnoj proizvodnji električne energije. TE Morava je 2020. godine proizvela 492 GWh električne energije i emitovala 11.321 tonu SO₂, 1.443 tone NO_x, 570.412 tona CO₂ i 76 tona čestica. Prema izveštaju Agencije za zaštitu životne sredine Srbije o emisiji, TE Morava je u 2022. godini emitovala 33.183 tone SO₂ (što je veliki porast u odnosu na 8.174 tone emitovanih u 2021.), 1580 tona NO₂ i 124 tone prašine.

TE Morava za hlađenje koristi vodu iz Velike Morave i ima otvoreni sistem hlađenja. Zahvaćene površinske vode u 2020. godini iznosile su 65.966.000 m³/god, a ispuštene povratne rashladne vode 63.972.000 m³/god. Zadržavanje pepela i šljake postiže se izgradnjom obodnih nasipa. Ukupno ima osam kaseta, od kojih su I, II, III, IV, V i VI biološki rekultivisane (setva trave, sadnja voćaka i drugih biljaka), a aktivne su kasete VI i VIII i tu se odlažu pepeo i šljake. U 2014. godini izgrađen je sistem prelivne akumulacije gde se sakuplja drenažna voda sa deponije pepela i šljake, a zatim se pumpnim sistemom vraća u stanicu za dalji transport pepela i šljake. Sadržaj supstanci koje utiču na kvalitet zemljišta oko deponije pepela u 2020. godini, analizirajući pepeo i 17 uzoraka zemljišta uzetih sa deponije, bili su Kadmijumski pepeo 1.9, pepeo hroma 27.7, Nikl 43.5, Olovo 112.6, Bakar 44.7, Cink 29.0, Živa 0.2, Arsen 11.3, Bor <0.1 (izvor: Izveštaj o životnoj sredini EPS dd 2020).

Ukupna površina deponije pepela i šljake je oko 50 ha. Deponija sadrži 8 kaseti. Kasete I, II i III se pune od kote 115 mnv do kote 121 mnv, kasete IV i V se pune do kote 114.5 mnv, a kasete VI je aktivna, kao i kasete VII i VIII. a njihovi nasipi se nalaze na 115 mnv ili 111,5 mnv.

Razvoj i izgradnja solarne fotonaponske elektrane Morava na lokaciji odlagališta pepela i šljake koja pripada TE Morava ukupnog maksimalnog kapaciteta na datom zemljištu (procenjena ali ne ograničena na oko 35 MW) pomoći će Srbiji u njenom zelenoj tranziciji budući da fotonaponske elektrane imaju nultu emisiju ugljendioksida, pri čemu će se samo područje deponije koristiti za fotonaponski sistem.

Solarna elektrana Morava (SE Morava) će zameniti proizvodnju TE Morava, čime će se značajno poboljšati uslovi životne sredine i kvalitet života na širem području lokacije. Objekat bi trebalo da dodatno ojača i diversifikuje proizvodni portfolio EPS-a i smanji negativan uticaj lignita kao neobnovljivog energetskeg resursa. Proizvodnja čiste, zelene energije će smanjiti emisiju CO₂.

Osim toga, uspešna implementacija ovog projekta pomoći će Republici Srbiji da smanji oslanjanje na zastarelu infrastrukturu na lignit i pomoći lokalnoj zajednici u Svilajncu da razvije održivije prakse. Osim toga, projekt ima za cilj smanjenje ugljen dioksida, emisije gasova staklene bašte i zagađenja vazduha (smanjenje čestica prašine).

EPS je u početku razmišljao o razvoju „male“ solarne elektrane i zato je naručio studiju o prethodnoj opravdanosti i Idejno rešenje za solarnu elektranu od 9,9 MW. Studija je utvrdila da je ukupni potencijal lokacije znatno veći (otprilike 45 MW). Cilj ovog projekta je da se ispita celokupni potencijal lokacije i na osnovu toga izradi projektna dokumentacija.

Sledeći sadržaj je preuzet iz IDR sveska 4. Projekat elektroinstalacija :

5.2.3 Opšte karakteristike lokacije

Projektovana solarna elektrana nalazi se u centralnom delu Srbije, na teritoriji opštine Svilajnac. Mikrolokacija solarne elektrane Morava obuhvata područje odlaganja pepela i druge pristupačne oblasti Termoelektrane Morava, kao što je ilustrovano na slikama ispod. Nalazi se na desnoj obali reke Velike Morave, 2,8 km od grada Svilajнца. (Centar lokacije je približno u UTM zoni 34 N 44.219646°, 21.164273°). Površina same solarne elektrane procenjena je na 65,49 hektara, podeljena na 4 dela kako bi se obuhvatile površine najpogodnije za ugradnju solarnih modula i druge opreme neophodne za rad solarne PV elektrane (trafostanice, invertori, kablovi, pristupni putevi itd.).

Područje solarne elektrane obuhvata katastarske parcele koje se nalaze u KO Dublje i KO Crkvenac i u vlasništvu su TE Morava. Vrednost globalne energije sunčevog zračenja za predmetnu lokaciju iznosi 1545,68 kWh/m² za horizontalnu ravan. Energetski potencijal jednog fotonaponskog sistema od 1kWp, koji je orijentisan prema jugu pod optimalnim uglom nagiba, iznosi do 1246,87 kWh/kWp.



Slika 1 Makrolokacija buduće SE "Morava" na teritoriji opštine Svilažnac

Solarna elektrana je orijentisana sever-jug, a njena izgradnja planirana je nasledećim katastarskim parcelama: KO Dublje: 7, 40/1, 52/5, 69, 2844/6, 2907/2, 3208/2, 3220/2, 5905, 5934, 5939, 5946, 5947/2i KO Crkvenac: 322, 328/2, 345/1, 6684/2, 6685.

U ovoj fazi razvoja projekta predviđeno je korišćenje sledećih parcela:

Parcele za solarne panele i interne trafostanice: KO Dublje: 7, 40/1, 52/5, 2844/6, 3208/2, 3220/2, 5946, 5947/2i KO Crkvenac: 328/2, 338/2, 340/4, 345/1, 6684/2, 6685.

Parcele za unutrašnje saobraćajnice i pristup javnom putu: KO Dublje: 7, 40/1, 52/5, 69, 93, 3208/2, 3220/2, 5947/2i KO Crkvenac: 328/2, 338/2, 340/4, 345/1, 6684/2.

Parcele za SN kablovske koridore: KO Dublje: 69.



Slika 2 Satelitski snimak mikrolokacije buduće SE "Morava"

5.2.4 Lokacija

U ovom poglavlju će se analizirati aspekti makro lokacije projektovanog objekta - njegov položaj u odnosu na puteve, postojeće i planirane dalekovode, te drugi relevantni ili specifični uslovi prisutni na odabranoj lokaciji. Saobraćajne veze Svilajнца sa širom okolinom ostvaruju se putevima, autoputem M-4 do petlje na autoputu E-75 (koridor 10) u Markovcu i dalje prema srednjoj i severnoj Evropi preko Beograda i prema južnoj i centralno-istočnoj Evropi preko Niša. Navedena trasa omogućava drumsku saobraćajnu vezu sa magistralnim putevima preko Batočine i Rače sa centralnom i zapadnom Srbijom i Crnom Gorom. Istovremeno, od Svilajнца se protežu četiri regionalna putna pravca preko kojih se povezuje sa Despotovcem, Petrovcem na Mlavi, Požarevcem i Čupijom. Takođe, Svilajnac ima železničku vezu sa Despotovcem i preko Jagodine sa širom okolinom. Prema teritorijalnoj i administrativnoj organizaciji Republike Srbije, opština Svilajnac sa Despotovcem, Jagodinom, Paraćinom, Rekovcem i Čuprom pripada Pomoravskom okrugu.

5.2.5 Generalni izgled objekta

Predviđeno je da se solarna elektrana Morava prostire preko pepelišta i drugih raspoloživih površina termoelektrane Morava (KO Dublje, KO Crkvenac).

Generalna dispozicija objekta podrazumeva racionalno korišćenje zemljišta na način koji obezbeđuje ispravnu i bezbednu upotrebu i rad postrojenja (posebno u pogledu pristupa opremi, instalacijama i sadržaju elektrane) uz obezbeđivanje zaštite od požara.

Nacrt solarne elektrane će biti projektovan na osnovu tehnoloških zahteva i specifikacija koje su izradili projektanti elektroenergetskih instalacija.

Solarna elektrana nije predviđena za stalno korišćenje pa nema potrebe za sanitarnim čvorom. Objekat je samostalan, a prostor oko objekta je ograđen, kako bi se sprečio ulaz neovlašćenog osoblja.

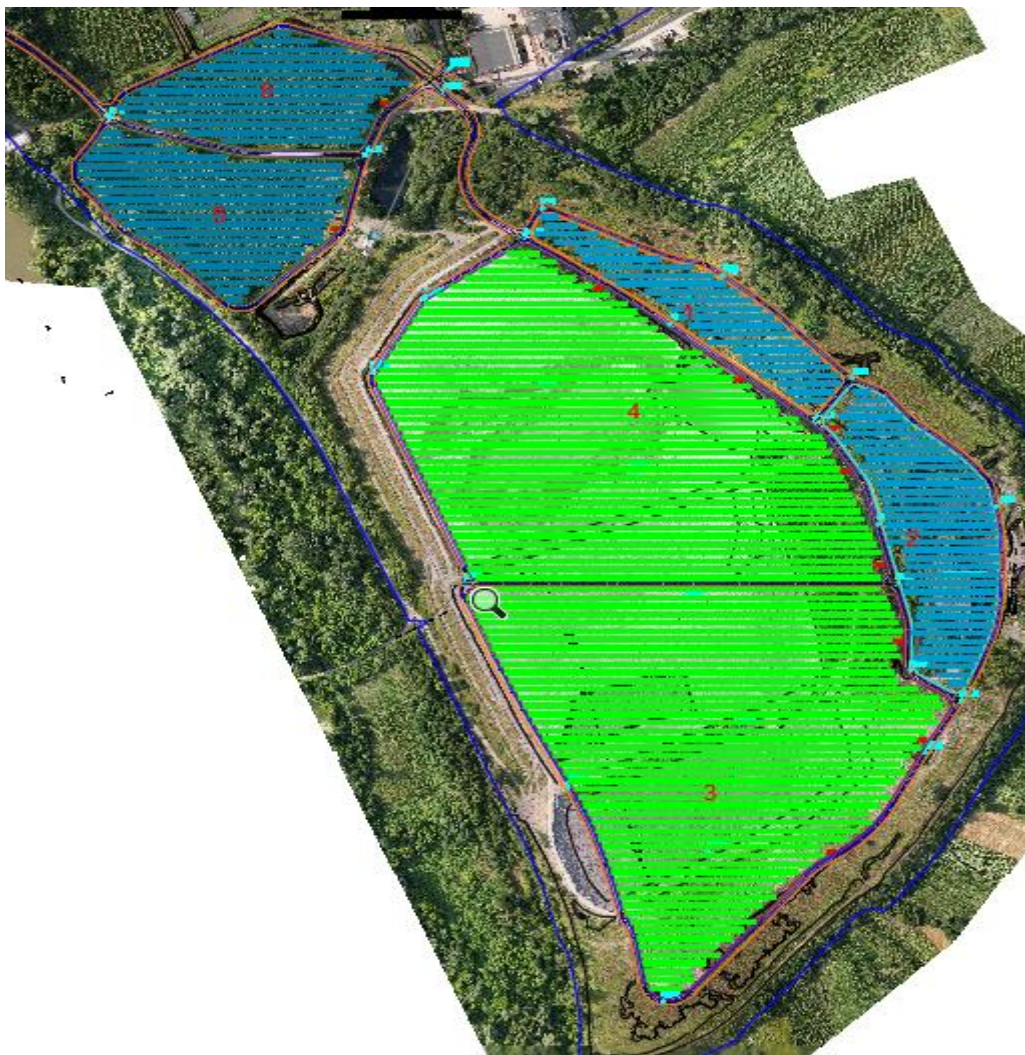
SE Morava će se sastojati od 55992 modula ukupne instalisane snage 34,995 MWp, za šta je potrebno 106 invertora. Nominalni kapacitet je procenjen na 31,80 MW. Ovo daje odnos DC/AC od oko 1,09 za koji se očekuje da će biti veći u sledećim fazama projekta zbog brzog razvoja PV modula koji će dati veći MWp. Površina na kojoj se planiraju instalisani moduli procenjena je na 31,21 hektara, podeljena u 4 celine kako bi obuhvatila površine najpogodnije za ugradnju solarnih modula i druge opreme neophodne za rad solarne PV elektrane (trafostanice, invertori, kablovi, pristupni putevi i drugo).

Geografska širina, topografija terena i raspoloživo zemljište su ograničavajući faktori koji određuju tačan broj i raspored nosivih mehaničkih konstrukcija za montažu fotonaponskih modula. Predloženo rešenje podrazumeva izradu jednostruke mehaničke konstrukcije koja može primiti 24 modula, sa 12 modula po dužini i 2 modula po visini. Kraća strana modula je paralelna s horizontom, poznata kao "portretna" orijentacija. Razmak između dužih strana susednih modula je postavljen na 2 cm, a između kraćih stranica modula 2 cm. Dimenzije mehaničke konstrukcije su 13.828 mx 4.784 m, sa kraćom stranom. Pretpostavlja se da je visina konstrukcije (razmak između najniže tačke modula u okviru mehaničke konstrukcije i tla) 0,8 m. Konstrukcija će biti postavljena pod fiksnim uglom nagiba od 20°, uzimajući u obzir međusobno zasenčenje između redova modula i potencijalnu proizvodnju energije.

Slike ispod ilustruju planirane podsekcije, raspored solarnih modula, a takođe daju grafički prikaz nagiba terena na lokaciji. Tabela 1. opisuje površinu, broj modula i kapacitet pojedinih sekcija.



Slika 3 SE Morava - Pregled lokacije – Katastarski plan



Slika 4 SE Morava - Pregled lokacije – Ortofoto snimak



Angle min., °	Angle max., °	Color	Distribution, %
0.00	0.00	■	40.42
0.00	1.50	■	31.74
1.50	3.00	■	8.06
3.00	4.50	■	3.79
4.50	6.00	■	3.05
6.00	7.50	■	2.11
7.50	9.00	■	1.71
9.00	10.50	■	1.55
10.50	12.00	■	2.12
12.00	55.00	■	5.45

Slika 5 SE Morava - Pregled lokacije – Topografija

Tabela 1 Površina, broj modula i snaga za pojedinačne sekcije

br.	Područje, ha	Moduli	Kapacitet, MWp
Polje D	4.99	8064	5.04
Kaseta I, II, III	4.24	7224	4.515
Kaseta IV, V, VI, VII s oglednim poljem	11.20	20112	12.570
Kaseta VIII/Kaseta VIII	10.78	20592	12.870
Ukupno	31.21	55992	34.995

5.2.6 Zatvaranje deponije pepela i šljake sa sanacijom i rekultivacijom

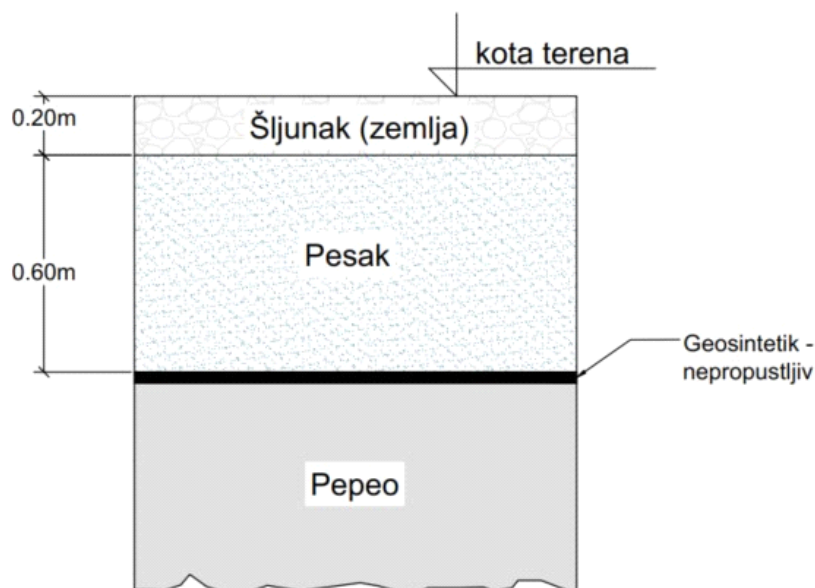
Zahtev EPS-a, kao korisnika prostora odlagališta pepela i šljake TE Morava i TE Kolubara A, je da rekultivisani prostor bude namenjen izgradnji solarnih elektrana.

Preduslov za sprovođenje zatvaranja i rekultivacije je stabilnost tela, planuma i kosina svih kaseta, kao i generalna stabilnost odlagališta pepela i šljake TE Morava i TE Kolubara A, koju je potrebno potvrditi istražnim radovima i geomehaničkim proračunima. Nakon što se stabilnost terena potvrdi, može se primeniti rekultivaciono rešenje sa postavljanjem solarne elektrane.

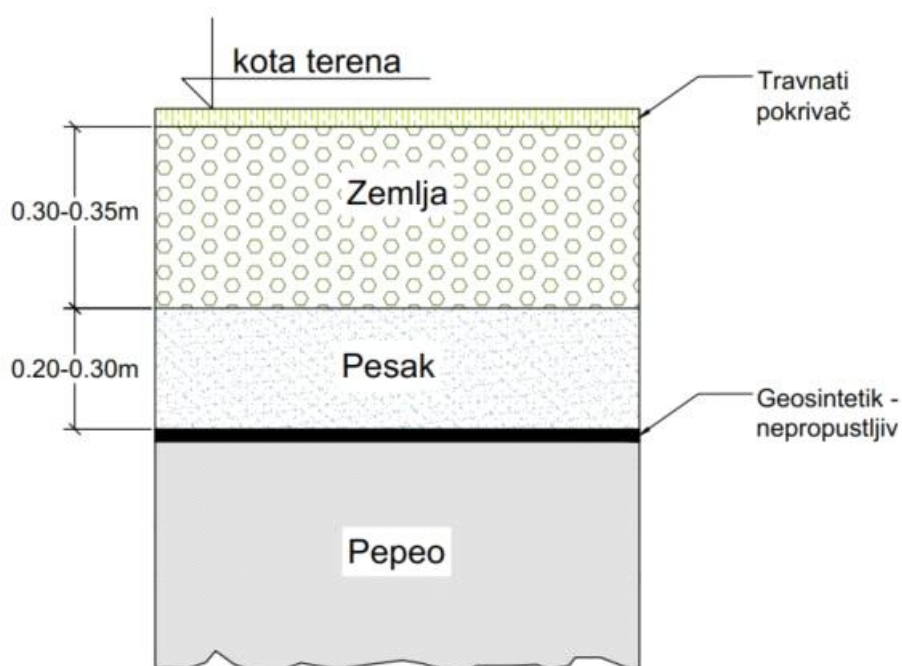
U tom smislu, rekultivacioni pokrivač planuma kaseta odlagališta mora da ispuni specifične zahteve u pogledu opšte stabilnosti, odgovarajuće vodopropusnosti (dreniranosti) i nosivosti. Uzimajući u obzir navedene zahteve, predloženi rekultivacioni pokrivač planuma kaseta sastojao bi se od sledećih slojeva:

- Prvi sloj – 0,20 m šljunak;
- Drugi sloj – 0,6 m pesak;
- Treći sloj – postavljanje vodonepropusnog geosintetika.

Skica nacрта idejnog rešenja rekultivacionih slojeva za planume kaseta data je na slici 6. Primarno je potrebno izvršiti planiranje površine sa nagibom ka projektovanim drenovima za prihvatanje padavinske vode, kao i vode neophodne za održavanje solarnih panela, uz postizanje projektovanih uslova nosivosti. Na tako pripremljen teren postaviće se optimalan vodonepropusni geosintetik, koji će biti odabran prema kriterijumima kao što su tehničke specifikacije, potrebe projekta, kvalitet, cena, dostupnost i uslovi ugradnje. Sloj peska je neophodan za brzu infiltraciju vode sa površine ka drenovima radi sprečavanja pojave provlaženja na površini. U ovom sloju će takođe biti postavljene instalacije neophodne za funkcionisanje solarne elektrane. Dodatno, zbijanjem ovog sloja planirano je postizanje dovoljne nosivosti za bezbedno temeljenje svih elemenata solarne elektrane. Sloj šljunka je neophodan radi sprečavanja razvejavanja sitnozrnog peska i zbog ispunjavanja uslova reflektujuće površine, s obzirom na planiranu upotrebu bifacijalnih panela.



Slika 6 Rešenja rekultivacionih slojeva za planume kaseta



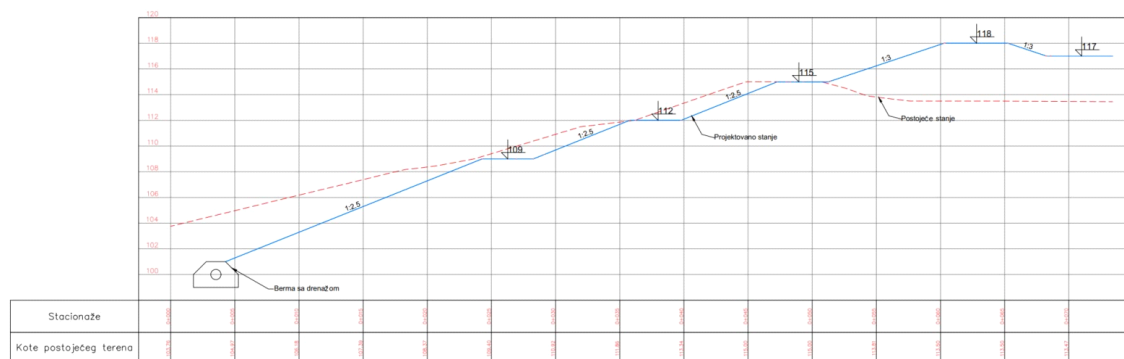
Slika 7 Rešenja rekultivacionih slojeva za kosine kaseta

Za potrebe rekultivacije kosina odalgališta pepela i šljake dat je nacrt idejnog rešenja (slika 7). Predloženi slojevi sastoje se od:

- Prvi sloj – 0,3 – 0,35 m zemlje za formiranje travnatog pokrivača;
- Drugi sloj – 0,2 – 0,3 m sitnozrnog peska;
- Treći sloj – vodonepropusni geosintetik;

Prvi sloj postavlja se radi uspostavljanja travnatog pokrivača (sa plitkim korenovim sistemom) koji će minimizovati pojavu erozionog procesa na kosinama. Sloj sitnog peska ima dvostruku ulogu: da obezbedi bezbedno dreniranje površinske vode i da deluje kao barijera za razvoj korena koji bi mogao ugroziti vodonepropusni geosintetik. Vodonepropusni geosintetik postavlja se kako bi sprečio prodiranje padavinske vode u telo odlagališta i biće odabran prema istim kriterijumima kao i za površine kasete.

Na slici 8 šematski je prikazan nacrt idejnog nivelacionog rešenja za kosine sa planiranom kamenom bermom u podnožju hipsometrijski najnižih kosina. Postavljanje kamene berme ima dvostruku ulogu: prvo, da pruži potporu rekultivacionom sloju, i drugo, da obezbedi drenažu, sakupljanje i odvođenje padavinske vode sa kosine.



Slika 8 Nacrt idejnog nivelacionog rešenja za kosine

Voda koja se može očekivati na površinama kasete, od kiše, topljenja snega i za potrebe održavanja panela, će kroz drenažni sloj biti sakupljen drenažnim rovovima sa perforiranim cevima, koji će je bezbedno evakuisati do recipijenta.

Površinska voda biće sakupljena površinskim kanalima i drenovima koji će bezbedno odvoditi vodu do projektovanog recipijenta, s mogućnošću korišćenja za održavanje panela, zalivanje ili gašenje požara. Višak vode biće bezbedno sproveden do najbližeg recipijenta.

Ovako predloženim rekultivacionim slojevima postiže se potpuna izolacija, odnosno sprečava se kontakt površinske vode sa materijalom na odlagalištu pepela i šljake, kao i mogućnost razvejavanja pepela i širenja zagađenja.

5.2.7 Temelji PV modula i mere rekultivacije

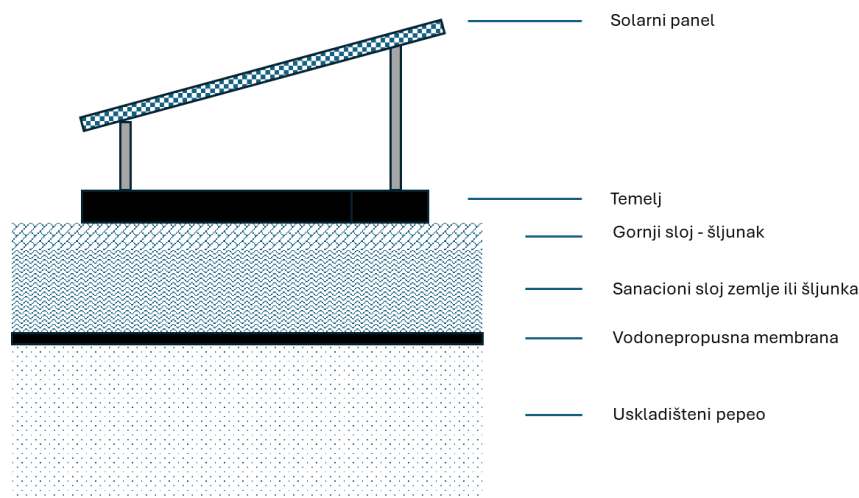
Pošto je lokacija postrojenja na odlagalištu pepela, predviđeno je da će mere remedijacije morati da se izvrše pre nego što lokacija bude stavljena na raspolaganje za izgradnju solarne elektrane. U ovoj fazi nije definisano koje će se mere remedijacije primenjivati.

U zavisnosti od izabranih mera remedijacije, biće određen pristup postavljanja solarnih modula. Izbor temelja je od ključnog značaja za solarnu PV instalaciju na tlu, jer upotreba pogrešne osnove može dovesti do skupih naknadnih promena, kašnjenja projekta i preranog odbijanja.

Predviđena ugradnja vodootporne membrane će ograničiti mogućnosti za temelje solarnih panela na pepelištima. Debljina rekultivisanog sloja na vrhu vodootpornog sloja će uticati na opcije dostupne za kablovske rove.

Obzirom da postoji više glavnih tipova temelja koji se obično koriste i da jedan od preduslova bio da se po mogućstvu izbegnu varijantna rešenja, ovim idejnim rešenjem usvojeno je temeljenje konstrukcije za panele na betonskim balastnim gravitacionim temeljima odnosno AB gredama.

U slučaju izbora betonskog balastnog gravitacionog temelja postavljenog na tlo, potrebno je odrediti sve fizičke i mehaničke karakteristike baze, kako bi se jasno odredio način postavljanja balasta. Šema remedijacije i temelja solarnih panela za ovu opciju prikazana je na slici. Sledeća skica preuzeta je iz generalnog projekta predmetne solarne elektrane i predstavlja usvojeno rešenje za izradu temelja.



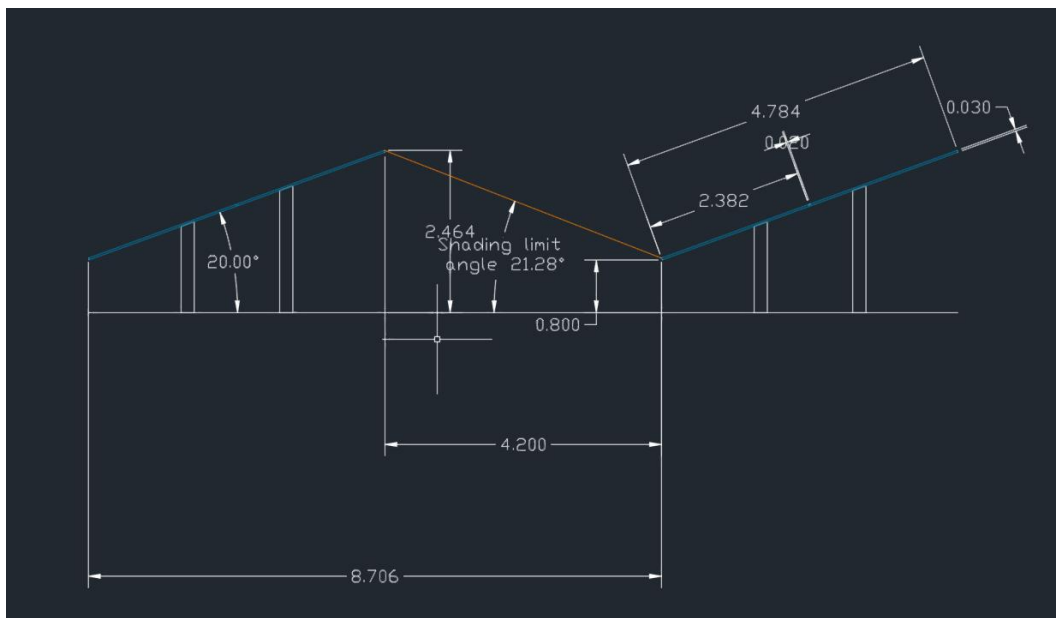
Slika 9 Šema remedijacije i modula gravitacionih temelja na vrhu.

Ovde treba napomenuti da u trenutku sastavljanja ovog tehničkog izveštaja nisu bila dostupna geomehanička ispitivanja postojeće podloge pa ni parametri koji bi se primenili te je predloženo konstruktivno rešenje temelja (odnosno njihovo dimenzionisanje i položaj odnosno razmak) u ovom trenutku preliminarno rešenje, dok će konačne dimenzije (i armiranje) biti usvojene nakon primene geomehaničkog elaborata i statičkog proračuna.

Noseća konstrukcija je od montažnih specijalnih aluminijumskih profila koji se povezuju specijalnim sponama i delovima. Noseće horizontalne grede postavljene na nosače koji su

direktno vezani za vertikalnu konstrukciju, formiraju strme ravni za podršku panela. Konstrukcija je tako pozicionirana da se obezbedi orijentacija ka jugu sa nagibom nosača panela na 20 stepeni u odnosu na horizontalnu ravan, kako bi se pospešila konverzija energije u letnjem periodu koja stvara najveće električno punjenje. Paneli će biti montirani vertikalno, do dva panela u visini. Ovakav raspored panela, u skladu sa fabričkim dimenzijama panela, uzrokuje efektivan razmak između redova od 4.2 m.

Usvojena projekcija redova sa panelima i njihov međusobni razmak dat je na sledećoj skici :



Slika 10 Projekcija redova sa panelima i njihov međusobni razmak

Primer gravitacionih temelje za solarne panele dat je na sledećim slikama :



Slika 11 Primer gravitacionih temelja za solarne panele



Slika 12 Primer gravitacionih temelja za solarne panele

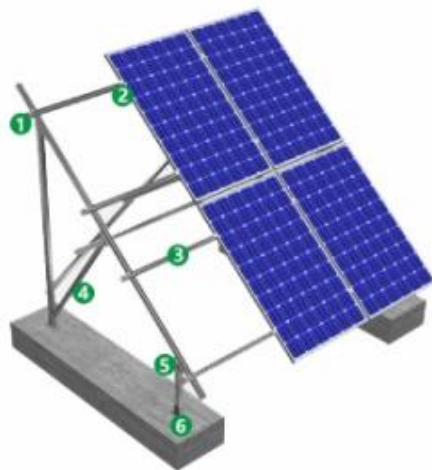
U skladu sa usvojenim rešenjem od strane glavnih projekatata dat je tip panela koji je usvojen - BI -Jinko -66HL4M od 625W postavljenih u 2390 rekova (konstrukcijskih modula) sa po 24 panela (2 x 12 komada portret) po jednom reku pod uglom od 20 stepeni.

Takođe je predložen i tip konstrukcije - Solar ground mount MRac Ground Terrace GT1. Pretpostavljeni ulazni podaci za proračun konstrukcije i veza su: opterećenje vetrom za datu lokaciju je oko 25m/s a snegom 1,0kN/m².

Temeljenje konstrukcije bi bilo na betonskim bazama – gredama pretpostavljenih dimenzija oko 60x40x350cm (konačne dimenzije i dispozicija temelja biće dati nakon izrade statičkog proračuna) na osovinskom razmaku do 220cm (razmak može biti i manji ukoliko konstrukcija to bude zahtevala).

Kako bi se izbegli eventualni problemi i nesuglasice pri budućem izvođenju elektrane za usvajanje tehničkog rešenja konstrukcije konsultovan je proizvođač konstrukcije te će ovde biti dato usvojeno rešenje (u ovom trenutku predlog). Treba napomenuti da ovo rešenje **ne prejudicira** konačno rešenje (obzirom na pretpostavljene rokove za realizaciju predmetne elektrane) koje će ipak biti dato kroz PZI –projekat za izvođenje.

U daljem tekstu biće dati neki parametri usvojene konstrukcije, njene tehničke karakteristike, pojedini detalji kao i grafičko rešenje. Kompletan prikaz usvojene konstrukcije biće dat kroz grafičku dokumentaciju.



1. Kranja stezaljka (End Clamp) 2.U20 središnja stezaljka (Mid Clamp) 3.Šina (Rail)
4.Dijagonalna prečka (Diagonal Brace) 5.Trouglasti konketor (Triangle Connector)
6.Podesiva osnova (Adjustable Base)

Slika 13 Prikaz noseće konstrukcije sa sastavnim delovima

Tabela 2 Tehnički parametri

Način postavljanja	Na zemlji	Standard dizajna	AS/NZS 1170 , DIN 1055 ,JIS C8955 2017 ,
Osnova	Betonski temelji, Temelji sa zemljanim šrafovim	Materijal konstrukcije	Q235B (toplo cinkovanje), Al6005-T5 (površinska eloksacija)
Opseg nagiba	0-60°	Materijal spoljnih elemenata	SUS304 I Zn-Ni legura I toplo cinkovanje
Opterećenje vetrom	60m/s	Dodatni materijal	Al6005-T5 (površinska eloksacija)
Opterećenje snegom	1.6kN/m ²	Boja stubova	Prirodna srebrna ili prema zahtevu kupca
Razmak od tla	500-2000mm	Raspored solarnih panela	Horizontalna I vertikalna instalacija panela
Vrsta panela	Paneli sa ramom I paneli bez rama	Period garancije	15 godina

Usvojen je materijal S350GD+ZM (Zn-Mg-Al legura) i priložen je tehnički opis ove vrste materijala. Otpornost na koroziju je više nego udvostručena, težina premaza u odnosu na prethodne se može smanjiti za trećinu i ovaj način smanjuje troškova celog eksploatacionog ciklusa. Magnezijum (Mg) u premazu je koristan za smanjivanje pH vrednosti katode tokom korozije i podstiče formiranje veoma stabilnih i dobro strukturiranih oksida-hlorohidrata ($Zn_5(OH)_8Cl_2 \cdot H_2O$), osnovnog cink karbonata kao i aluminijum oksida. Ovi oksidi formiraju stabilan dvoslojni hidroksidni zaštitni film na površini premaza, čime se obezbeđuje odlična otpornost na koroziju.

Odsečeni deo obrade čelične ploče je izložen vazduhu koji je sklon koroziji. Međutim, legirajući elementi u prevlaci na površini formiraju jone rastvorljive u u atmosferskom korozivnom okruženju, tako da tečni film postepeno pokriva rez, formirajući stabilan zaštitni film, pokrivajući rđu na i značajno poboljšava otpornosti reza na koroziju

U ovom trenutku proizvođač daje garanciju od 15 do 20 godina na ovu čeličnu konstrukciju.

Ovde treba dodati par reči o predloženoj vodonepropusnoj barijeri od bentonitne folije. Kako bi se ispitala održivost ovog rešenja moraju se poznavati određeni parametri kako same folije tako i terena - pepelišta na kome je planirana solarna elektrana.

Što se tiče same folije pred nju se postavlja više zadataka koje mora da ispuni : vodonepropusnost svakako nije upitna i to se mora potvrditi atestnom dokumentacijom. Kroz razradu projekta postavilo se pitanje uticaja abrazije od nanošenja peska preko folije i mogućih sleganja terena odnosno uticaja pojave zatezanja i smicanja kod folije. Što se tiče abrazije proizvođači ovih folija nemaju dilemu da to ne može biti merodavan uticaj jer u toku nanošenja nema tih problema a u kasnijoj eksploataciji pretpostavka je da će svi naneti slojevi biti stabilni, bez pomeranja i fiksirani načinom ozelenjavanja. Što se tiče eventualnih sleganja/zatezanja/smicanja u ovom trenutku nije moguće o tome donositi zaključke obzirom na nepoznavanje geomehanike (već navedeno) ali je zaključak da predloženi materijal ima određenu rastegljivost, a njegov način ugradnje je takav da se međusobno postavljene hidroizolacijske membrane preklapaju min. 10cm na bočnim, a 20cm na čeonim preklopima. Ako postoji očekivano sleganje, treba proceniti količinu sleganja i na tim mestima povećati preklope. Kroz ovo idejno rešenje biće dat tehnički list folije DRACO-BENT-500 TL kao primer predloženog rešenja a konačno rešenje biće dato kroz projekat za izvođenje.

Što se tiče usvojenih fotonaponskih panela, invertora i ostale opreme o tome je sve rečeno kroz projekat elektroinstalacija, ovde samo napomena da su usvojeni paneli – moduli od monokristalnog silicijuma Jinko Tiger Neo N-type 66HL4M-BDV 600-625 izlaznom snagom od 625 Wp i da su njihove dimenzije implementirane u usvojenu konstrukciju.

Projektom se predlaže da ukupan broj FN panela na predmetnoj elektrani iznosi 55.992, pojedinačne instalisane snage 625 Wp. Korišćeno je 55.992 identičnih FN modula (panela). Potrebne tehničke specifikacije jednog FN modula date su u tabeli 3.

Tabela 3 Specifikacija panela

Opštekarakteristike	
Dimenzije	2382±2 x1134±2 x30 mm
Težina	32,4kg
Radniopsegtemperature	-40 °Cdo +85°C
Tolerancijasnage	0do +5W
STCkarakteristike	
Maksimalnasnaga	625W
Napon otvorenogkola	49,28V
Strujakratkogspoja	16,14 A
Napon primaksimalnojsnazi	40,88V
Strujaprimaksimalnojsnazi	15,29 A
Efikasnost	
Efikasnost modula	23,14%

Na slici 14 dat je izgled korišćenog FN modula.



Slika 14 Izgled Fotonaponskog panela snage 625W

Projektom se za objekte trafostanica proizvodnje TS1-TS10 predlaže korišćenje prefabrikovanih objekata kontejnerskog tipa dimenzija 6,058m x 2,896m x 2,438m, slične tipu JUPITER-3000K-H1 proizvođača Huawei, za smeštaj niskonaponske NN i srednjenaponske MV elektro opreme. Ovim projektom predviđen je energtski transformator, odgovarajućeg kapaciteta za montažu van prefabrikovanog montažno betonskog objekta. Na slici 15 je prikazan potencijalni izgled trafostanice.



Slika 15 Izgled trafostanice

Temeljenje usvojene kontejnerske trafostanice dato je prema uputstvima proizvođača i u skladu sa smernicama glavnog projektanta.

Predloženo rešenje je zasnovano na tehničkoj dokumentaciji proizvođača i podrazumeva izradu armirano betonskih temeljnih stopa – samaca dimenzija 60x60x100cm koji su ujedinjeni AB kontrapločom pretpostavljene debljine 20cm (verovatno će nakon izrade statičkog proračuna debljina biti veća). Dimenzije stopa je uglavnom diktirala obavezna

izrada uljne jame ispod transformatora (dimenzije i položaj iste su dati kroz grafičku dokumentaciju. I ovde se daje napomena da će, zbog nepoznavanja geomehanike, konačne dimenzije i armiranje svih elemenata biti dati nakon izrade statičkog proračuna.

Ovde treba napomenuti da izrada uljne jame sa kontrapločom neće ugroziti postavljanje bentonitne folije jer postoji mogućnost izrade kompletnog objekta u nasipu (izdizanje u odnosu na usvojenu nultu kotu terena) čime bi se izbegla denivelacija folije. U nastavku je data slika slično izvedene trafostanice.



Slika 16 Izgled trafostanice

- Ograda kompleksa

Tačan položaj (koordinate) ograde daće se u Projektu za izvođenje. Priprema platoa lokacija podrazumeva raščišćavanje i krčenje terena, postavljanje drenažnog sistema za lokacije (gde je potrebno), pripremu podloge u vidu skidanja viška humusa i grubog izravnjavanja terena, poboljšavanje tla valjcima i vibraciono zbijanje po potrebi. Ograde su od grifovane žice, visine 2,2 metara i transparentne. Ograde su min. 1m postavljene od granica susednih parcela i izdignute 15cm od projektovane kote terena.

Ukupliko platno ograde prelazi preko nekog kanala, potrebno je intervenisati i eventualno na tom mestu ogradu prilagoditi kanalu. Način intervencije će biti predmet naredne tehničke dokumentacije.

Stubovi ograde su kružnog profila čelika S235J0 postavljenih na svaka 3 metra između kojih je postavljena grifovana žica ojačana horizontalnim žicama. Ograda je kontinualna duž područja bez prekida. Stubovi ograde su ugrađeni u betonske temelje. Po potrebi potrebno je pojedine stubove ojačati kosnikom pod uglom od 45°. Obavezno je ojačanje postaviti na stubovima gde ograda menja pravac.

Kapije su širine 5 metara i omogućava nesmetan ulaz u područje podceline za kamione i vozila. Kapije su od grifovane žice postavljene u ramu. Zaključavanje kapije je ručno. Zaštita od korozije je toplo cinkovanje. Pored toga, sve metalne površine farbaju se i sa dva sloja aluminijumske boje.

5.2.8 Faznost projekta

Konsultant razume da se EPS može odlučiti za faznost izgradnje. Ovo će posebno zavisiti od raspoloživosti površina koje se razmatraju za solarnu elektranu i odabranoj strategiji remedijacije i rekultivacije.

5.2.9 Procena uticaja na životnu sredinu

Područje projekta i njegovi prirodni uslovi su u velikoj meri degradirani deponijama pepela i šljake (rekultivisu se samo manje površine), tako da prirodna staništa trenutno nisu prisutna na lokaciji. Kompletna remedijacija i rekultivacija deponije (tehnička i biološka) planirana je kao deo posebnog projekta i biće sprovedena pre postavljanja SE.

Prema preliminarnoj proceni uticaja, planirani projekat SE je ekološki prihvatljiv. Neće biti emisija buke i zagađivača (u vazduh, vodu i tlo) tokom operativne faze projekta. Nadalje, izvođenjem remedijacije i rekultivacije deponije pre postavljanja SE-a, sadašnji uslovi na lokaciji će se značajno poboljšati. Projekat SE će takođe imati indirektan pozitivan uticaj na kvalitet vazduha i ublažavanje klimatskih promena tako što će zameniti potrebu za energijom iz elektrana na fosilna goriva, i na taj način smanjiti emisije CO₂ i zagađivača u atmosferu.

Nakon preliminarne procene uticaja na životnu sredinu, odnosno u narednim fazama razvoja projekta, može biti potrebna i detaljnija analiza mogućih uticaja. Naime, prema Uredbi o utvrđivanju liste projekata za koje je obavezna procena uticaja na životnu sredinu i spiska projekata za koje se može tražiti procena uticaja na životnu sredinu („Sl. list RS“, br. 114/2008), Spisak 2 - procena uticaja na životnu sredinu može biti potrebna za sve objekte za proizvodnju električne energije snage od 1 do 50 MW. S obzirom da je snaga SE Morava cca. 35 MW, po potrebi, sprovedeće se postupak procene uticaja na životnu sredinu, a sve u skladu sa: Zakonom o zaštiti životne sredine („Sl. list RS“, br. 135/04, 36/09, 36/09 - dr. zakon, 72/09 - dr. zakon i 43/11 - odluka suda, 14/16, 76/18, 95/18 - dr. zakon), i Zakon o proceni uticaja na životnu sredinu („Sl. list RS“, br. 135/04). i 36/09).

5.2.10 Zaštita prirodnih i nepokretnih kulturnih dobara

Zavod za zaštitu prirode Srbije vodi Centralni registar zaštićenih prirodnih dobara kontinuirano od njegovog osnivanja. Registar je elektronska baza podataka zaštićenih područja, područja prethodne zaštite, zaštićenih vrsta i pokretnih zaštićenih prirodnih dokumenata. Prema podacima Centralnog registra zaštićenih prirodnih dobara, na teritoriji opštine Svilajnac nema zaštićenih i evidentiranih prirodnih dobara.

Na osnovu Zakona o kulturnim dobrima („Sl. list RS“, br. 71/94, 52/11 - dr. zakon i 99/11 - dr. zakon, 6/20 - drugi zakon i 35/21 - dr. zakon i 129/21 - dr. zakon), nepokretna kulturna dobra na teritoriji opštine Svilajnac razvrstavaju se u dve kategorije – spomenici kulture i

arheološka nalazišta. Međutim, na području SE Morava i deponije pepela i šljake nisu evidentirana nikakva nepokretna kulturna dobra.

6 GRAFIČKA DOKUMENTACIJA

Sledeći crteži su dati kao grafička dokumentacija:

WB28SRBENE02-111-GD-EL-01, 02 - Konstrukcija panela /temeljenje trafostanice

7 Prilozi

- > Annex 1 - MibetBOM Project SP Morava project near Svilajnac 35.85MW GT1 Ground Mounting_241212_BOMAnnex 2 - Tehnički list solarnog panela
- > Annex 2 - Zn-Mg-AL Coated Steel Introduction by Mibet Energy
- > Annex 3 - Tehnički list Trafostanice Jupiter
- > Annex 4 - Tehnički list bentonitne folije DRACO-BENT-500_TL