MONTENEGRO ENERGY GROWTH AND ACCELERATION (MEGA)

VODIČ ZA PAMETAN ODABIR LOKACIJA: METODOLOGIJA ZA PRIPREMU NISKOKONFLIKTNIH MAPA ZA IZGRADNJU SOLARNIH I VJETROELEKTRANA U CRNOJ GORI

Januar, 2026. godine

Sadržaj

Spisak slika 4
Spisak tabela 6
1. Uvod 7
2. Ulazni podaci 10
3. Algoritam 13
3.1 Mape ograničenja 14
3.2 Mape razvojnog potencijala 20
3.3 Mape konflikata 38
3.3.1 Ocjena kriterijuma 38
3.3.2 Kombinovanje kriterijuma u individualnu mapu 50
3.4 Rezultujuće mape konflikata 51
3.5 Rezultujuće mape 64
3.6 *Brownfield* lokacije 69
4. Zaključak 74
5. Prilog 77
5.1 Metodologija za modeliranje mreže 78
5.1.1 Uvod 78
5.1.2 Predmet analize 78
5.1.3 Komponente modeliranja 79
5.1.3.1 Topologija mreže 79
5.1.3.2 Ulazni podaci 80
5.1.3.3 Alatke i softver 80
5.1.4 Metodologija 80
5.1.4.1 Početne pretpostavke 80
5.1.4.2 Početni scenario 81
5.1.4.3 Ranije zauzeti kapacitet 81
5.1.4.4 Moguće povećanje kapaciteta 81
5.1.4.5 Maksimalna teoretska snaga konekcije 82
5.1.4.6 Margina pouzdanosti 83
5.1.4.7 Preostali slobodni kapacitet 83
5.1.4.8 Maksimalna dostupna snaga konekcije 83
5.1.5 Metodologija za distributivnu mrežu 84
5.2 Pristup javnih konsultacija u projektu MEGA 102
5.2.1 Proces konsultacija i prikupljanje podataka 103
5.2.2 Prostorna analiza i prikupljanje podataka 107

5.3 Mape konflikata kombinovane sa mapama ograničenja 116

Spisak slika

Slika 3.1 Područja sa zakonskim ograničenjima za izgradnju energetskih objekata 18
Slika 3.2 Mapa područja koja su isključena kao kandidati za izgradnju vjetroelektrana zbog biofizičkih ograničenja, tj. nagiba terena od više od 15° 19
Slika 3.3 Mapa područja koja su isključena kao kandidati za izgradnju solarnih elektrana zbog biofizičkih ograničenja, tj. nagiba terena od više od 10° 20
Slika 3.4 Globalno horizontalno zračenje 22
Slika 3.5 Brzina vjetra 23
Slika 3.6 Varijabilnost vjetra (Weibull k faktor) 24
Slika 3.7 Mapa sa vrijednostima Cap_n – Kriterijum kapaciteta elektroenergetske mreže (prenosna mreža) 25
Slika 3.8 Mapa sa vrijednostima Cap_n – Kriterijum kapaciteta elektroenergetske mreže (distributivna mreža) 26
Slika 3.9 Mapa sa vrijednostima PGD_n – Kriterijum udaljenosti od elektroenergetske mreže (prenosna mreža) 27
Slika 3.10 Mapa sa vrijednostima PGD_n – Kriterijum udaljenosti od elektroenergetske mreže (distributivna mreža) 28
Slika 3.11 Mapa sa vrijednostima CCD_n – Kriterijum udaljenosti od potrošačkih centara 29
Slika 3.12 Rezultujuća mapa sa vrijednostima RD_n – Kriterijum udaljenosti od putne infrastrukture 30
Slika 3.13 Mapa razvojnih potencijala nakon kombinovanja svih kriterijuma i mape sa isključenim područjima –razvojni potencijal vjetra 33
Slika 3.14 Mapa razvojnih potencijala nakon kombinovanja svih kriterijuma i mape sa isključenim područjima –razvojni potencijal sunca 34
Slika 3.15 Razvojni potencijal sunca – prenosna mreža 35
Slika 3.16 Razvojni potencijal sunca – distributivna mreža 36
Slika 3.17 Razvojni potencijal vjetra – prenosna mreža 37
Slika 3.18 Mapa nakon ocjene kriterijuma – Područja ekološke vrijednosti (solarne elektrane) 53
Slika 3.19 Mapa nakon ocjene kriterijuma – Područja ekološke vrijednosti (vjetroelektrane) 54
Slika 3.20 Mapa nakon ocjene kriterijuma – Poljoprivredno zemljište 55
Slika 3.21 Mapa nakon ocjene kriterijuma – Šume i šumsko zemljište 56
Slika 3.22 Mapa nakon ocjene kriterijuma – Naselja – solarne elektrane 57
Slika 3.23 Mapa nakon ocjene kriterijuma – Naselja – vjetroelektrane 58
Slika 3.24 Mapa nakon ocjene kriterijuma – Područja za turizam i rekreaciju 59
Slika 3.25 Mapa nakon ocjene kriterijuma: Područja pejzažne vrijednosti 60
Slika 3.26 Mapa nakon ocjene kriterijuma – Kulturno i istorijsko nasljeđe 61
Slika 3.27 Mapa reklasifikovanih konflikata za solarne elektrane 62
Slika 3.28 Mapa reklasifikovanih konflikata za vjetroelektrane 63
Slika 3.29 Mapa razvojnog potencijala niskog konflikta - prenosna mreža - solar 65
Slika 3.30 Mapa razvojnog potencijala niskog konflikta - distributivna mreža - solar 66
Slika 3.31 Mapa razvojnog potencijala niskog konflikta - vjetar 67
Slika 3.32 Mapa koja pokazuje dobre potencijale energije sunca i vjetra 68

Slika 3.33 Mapa razvojnog potencijala niskog konflikta - prenosna mreža - solar 71
Slika 3.34 Mapa razvojnog potencijala niskog konflikta - distributivna mreža – solar 72
Slika 3.35 Normalizovani bruto solarni potencijal (Globalno horizontalno zračenje) 73
Slika 5.1 Profil napona i opterećenje za mrežu od 35 kV u Nikšiću 86
Slika 5.2 Profil napona i opterećenje za mrežu od 35 kV sa Trafo-stanice Brezna 87
Slika 5.3 Profil napona i opterećenje za mrežu od 35 kV sa Trafo-stanice PG1 88
Slika 5.4 Profil napona i opterećenje za mrežu od 35 kV sa Trafo-stanice Cetinje 89
Slika 5.5 Profil napona i opterećenje za mrežu od 35 kV sa Trafo-stanice Danilovgrad 90
Slika 5.6 Profil napona i opterećenje za mrežu od 35 kV sa Trafo-stanice Berane 91
Slika 5.7 Profil napona i opterećenje za mrežu od 35 kV sa Trafo-stanice Andrijevica 92
Slika 5.8 Profil napona i opterećenje za mrežu od 35 kV sa Trafo-stanice Ulcinj 93
Slika 5.9 Profil napona i opterećenje za mrežu od 35 kV sa Trafo-stanice Bar 93
Slika 5.10 Profil napona i opterećenje za mrežu od 35 kV sa Trafo-stanice Virpazar 94
Slika 5.11 Profil napona i opterećenje za mrežu od 35 kV sa Trafo-stanice Budva 95
Slika 5.12 Profil napona i opterećenje za mrežu od 35 kV sa Trafo-stanica Tivat i Kotor 96
Slika 5.13 Profil napona i opterećenje za mrežu od 35 kV sa Trafo-stanice Herceg Novi 96
Slika 5.14 Profil napona i opterećenje za mrežu od 35 kV sa Trafo-stanice Ribarevine 97
Slika 5.15 Profil napona i opterećenje za mrežu od 35 kV sa Trafo-stanice Mojkovac 98
Slika 5.16 Profil napona i opterećenje za mrežu od 35 kV sa Trafo-stanice Pljevlja 98
Slika 5.17: Grupirana žarišta društvene vrijednosti na Cetinju (plavo). Tačke koje su označili učesnici zamaskirane su da bi se zaštitile tačne lokacije. 110
Slika 5.18: Grupirana žarišta društvenih vrijednosti u Nikšiću (plavo). Tačke koje su označili učesnici zamaskirane su da bi se zaštitile tačne lokacije. 111
Slika 5.19: Grupirana žarišta društvenih vrijednosti u Pljevljima (plavo). Tačke koje su označili učesnici zamaskirane su da bi se zaštitile tačne lokacije. 112
Slika 5.20: Poligoni žarišta za grupirane tačke društvenih vrijednosti (plavo) preklopljeni zemljištem koje je klasifikovano kao “konfliktno” po grubo filtriranimm ekološkim i društvenim podacima (crveno) u opštini Cetinje. 113
Slika 5.21: Poligoni žarišta za grupirane tačke društvenih vrijednosti (plavo)preklopljeni sa zemljištem koje je klasifikovano kao “konfliktno” po grubo filtriranim ekološkim i društvenim podacima (crveno) u opštini Pljevlja. 113
Slika 5.22: Poligoni žarišta za grupirane tačke društvenih vrijednosti (plavo) preklopljeni zemljištem koje je klasifikovano kao “konfliktno” po grubo filtriranim ekološkim i društvenim podacima (crveno) u opštini Nikšić. 114
Slika 5.23: Poligoni žarišta prikazani zasebno za svaku kategoriju društvene vrijednosti 115
Slika 0.24 Reklasifikovana mapa konflikata za solarne elektrane sa zakonskim isključenjima 117
Slika 0.15 Reklasifikovana mapa konflikata za vjetroelektrane sa zakonskim isključenima 118

Spisak tabela

Tabela 3.1 Pregled ograničenja za mapiranje pogodnih područja za OIE 14
Tabela 3.2 Kriterijumi ponderisanja 30
Tabela 3.3 Različita iskustva sa određivanjem uslova odmaka za OIE projekte 41
Tabela 3.4 Ocjena konfliktnog intenziteta solarnih elektrana i vjetroelektrana u odnosu na odabrane kriterijume 43
Tabela 3.5 Klase za upravljanje šumama – rangiranje osjetljivosti 47
Tabela 3.6 Kriterijumi za ponderisanje 51
Tabela 3.7 Područje svih ocijenjenih zona sa razvojnim potencijalom [ha] 64
Tabela 3.8 Brownfield lokacije u Crnoj Gori 69
Tabela 3.9 Brownfield lokacije u zonama sa srednjim i visokim potencijalom za izgradnju solarnih elektrana – prenosna mreža 70
Tabela 3.10 Brownfield lokacije u zonama sa srednjim i visokim potencijalom za izgradnju solarnih elektrana – distributivna mreža 71
Tabela 3.11 Brownfield lokacije u zonama srednjeg i visokog GHI 73
Tabela 5.1 Pregled čvorova mreže od 35 kV 99
Tabela 5.2 Pregled planirane distribucije elektrana 101
Tabela 5.3 Sumarni rezultati mjerenja za žarišta pri pragu retencije od 70% (grupirani po svim mapiranim tačkama) 109
Tabela 5.4 Sažeti prikaz podataka o hotsporovima po kategorijama društvene vrijednosti u opštini Cetinje, Crna Gora 115

1. Uvod

Hitna potreba za prelaskom na čistije, obnovljive izvore energije nikada nije bila veća nego danas, kako potrošnja fosilnih goriva nastavlja da bude vodeći izvor emisija gasova sa efektom staklene bašte, a svijet se suočava sa sve gorim klimatskim uticajima. U isto vrijeme razvija se globalna kriza biodiverziteta – vrste i staništa nestaju alarmantnom brzinom, a ti gubici podrivaju ekosisteme na koje se čovječanstvo oslanja u svojim potrebama za hranom, vodom i otpornošću na klimatske šokove. Put naprijed mora se ovim izazovima baviti zajedno.

Tehnologije korišćenja energije sunca i vjetra – zrele, sa malim troškovima i prilagodljive – nude praktičan put za udaljavanje od fosilnih goriva. Crna Gora trenutno zadovoljava oko 45,5% svojih energ etskih potreba iz obnovljivih izvora energije, a sebi je postavila ambiciozne ciljeve od 50% energije iz obnovljivih izvora da 2030. godine kroz korišćenje snažnih potencijala sunca i vjetra. Iako je interes investitora velik, napredak ometaju finansijski nedostaci, dugi procesi za dobijanje dozvola, i ograničenja u kapacitetu mreže. Ovi izazovi predstavljaju rizik jer mogu dovesti do odlaganja ili otkazivanja. Rizik je još veći kada se ovi projekti presijecaju sa drugim namjenama i vrijednostima zemljišta.

Kao Ugovorna strana Energetske zajednice i kandidat za pristupanje Evropskoj Uniji (EU), Crna Gora je posvećena usklađivanju svog domaćeg prava sa pravnom tekovinom EU u oblasti energetike, životne sredine i klime. Najnovija revizija Direktive EU o obnovljivim izvorima energije (engl. *Renewable Energy Directive* - RED) uvodi koncept Zona za ubrzavanje razvoja obnovljivih izvora energije (engl. *Renewables Acceleration Areas* - RAA) – posebno određenih zona koje imaju za cilj da ubrzaju razvoj projekata sa obnovljivim izvorima energije. U okviru ovih zona, projekti treba da imaju ograničeni uticaj na životnu sredinu, što im omogućava da zaobiđu potpunu procjenu uticaja na životnu sredinu i koriste pojednostavljene i brže procese za dobijanje dozvola. Po revidiranoj Direktivi o obnovljivim izvorima energije (RED), vještačke i izgrađene površine treba da budu prioritet u određivanju Zona za ubrzani razvoj obnovljivih izvora energije, čime se omogućava da neizgrađena područja, u najvećoj mogućoj mjeri ostanu na raspolaganju za druge namjene.

Da bi se pružila podrška implementaciji zona za ubrzani razvoj obnovljivih izvora energije (RAA) u Crnoj Gori i da bi se pomoglo da Crna Gora postigne svoje ciljeve za obnovljive izvore energije, a da u isto vrijeme očuva svoj status ekološke države, TNC (*The Nature Conservancy*) i Eko-tim pokrenuli su projekat MEGA (*Montenegro Energy Growth and Acceleration*) u oktobru 2024. godine. Implementirajući pristup pametnog odabira lokacija koji je razvio TNC, MEGA studija je izradila scenario odabira niskokonfliktnih lokacija za solarne i vjeroelektrane za cijelu Crnu Goru mapiranjem područja od najvećeg prioriteta za izgradnju solarnih i vjetroelektrana, čime se ekološki i društveni uticaji svode na najmanju moguću mjeru . Ova inicijativa uslijedila je nakon pilot projekta mapiranja opštine Nikšić, gdje se pokazalo da postoji značajan potencijal za solarne i vjetroelektrane na niskokonfliktnim lokacijama. Naglašeno je i koliko je planiranje bazirano na podacima važno za smanjenje rizika da će doći do odlaganja projekata.

Ključne nacionalne institucije u sektorima energetike, prostornog planiranja, životne sredine i finansija podržale su MEGA studiju dostavljanjem podataka i učešćem u savjetodavnom odboru projekta. Mape koje su nastale kao rezultat projekta predstavljaju praktični instrument

za planiranje za ključne aktere na svim nivoima – od investitora i operatora mreže do finansijskih institucija i donosilaca odluka – i mogu se koristi u procesu izdavanja dozvola, određivanju prioriteta za ulaganje, i u nacionalnim procesima proizvodnje energije i planiranja mreže.

Ovaj dokument ima za cilj da predstavi metodologiju koja je upotrijebljena da se mapiraju optimalna područja za izgradnju solarnih[1] i vjetroelektrana u Crnoj Gori, uzimajući u obzir pravne, tehničke, ekološke, kulturološke i društveno-ekonomske aspekte.

U cilju identifikacije optimalnih lokacija za izgradnju solarnih elektrana i vjetroelektrana, ova metodologija polazi od zakonskih i biofizičkih ograničenja korišćenja zemljišta, gdje se najprije utvrđuju ona područja koja ne mogu da se koriste za ovu namjenu. Sirovinski potencijal se definiše globalnim sunčevim zračenjem, prosječnom brzinom i kontinuitetom vjetra. Međutim, iskustvo iz realizacije projekata sa obnovljivim izvorima energije u Crnoj Gori pokazalo je veliki značaj dostupnosti infrastrukture na lokaciji, naročito u kontekstu priključenja na energetsku mrežu. Stoga ova metodologija u procjenu potencijala za razvoj izvora energije sunca i vjetra uključuje dostupnost energetske mreže (lokacija, kapacitet), puteva i centara za potrošnju električne energije. Usvojeno je pet relevantnih kriterijuma za ocjenu potencijala za razvoj izvora energije sunca i vjetra. Glavni rezultat su mape sa razvojnim potencijalima za energiju sunca i vjetra, gdje je nivo potencijala klasifikovan kao:

- Veoma nizak;
- nizak;
- srednji;
- Visoki.

Nakon procjene dostupnosti izvora sunca i vjetra u odnosu na zakonske i tehničke okolnosti, analizira se i ocjenjuje intenzitet konlflikata sa aspekta vrijednosti zemljišta, izazvanih izgradnjom i radom solarnih elektrana i vjetroelektrana.

Ova metodologija pripremljena je na osnovu dostupnih georeferenciranih podataka koji obuhvataju:

- Prirodne vrijednosti;
- Kulturološke vrijednosti;
- Društveno-ekonomske vrijednosti.

Ove vrijednosti su dalje diferencirane kroz sedam zasebno analiziranih kriterijuma, koji su zatim ocijenjeni prema predloženom algoritmu i konačno kombinovani u mapu koja pokazuje intenzitet konflikata, kategorisanih kao:

- Niski konflikt;
- Srednji konflikt;
- Visoki konflikt.

Unakrsnim referenciranjem rezultata sa mapama koje predstavljaju razvojni potencijal, finalne mape jasno identifikuju optimalne lokacije za izgradnju solarnih i vjetroelektrana, uzimajući u

[1] Solarna energija (energija sunca) u ovom dokumentu odnosi se na fotonaponske (PV) solarne elektrane.

obzir i dostupnost resursa i nizak nivo konflikta. Na taj način je stvoren osnov za održivo upravljanje razvojem obnovljivih izvora energije.

Poglavlja koja slijede predstavljaju dostupne podatke, izvore podataka i algoritme koji se koriste za analizu i ocjenu odabranih kriterijuma, kao i za njihovu integraciju i izradu finalnih mapa konflikata.

2. Ulazni podaci

Primjena ove metodologije uključuje korišćenje širokog niza podataka različitih formata i iz velikog broja izvora. To utiče na pouzdanost podataka i dovodi do toga da je neophodno obraditi i validirati podatke prije primjene ove metodologije. Pošto je konačni razultat mapa, temelj podataka sastoji se od georeferenciranih skupova podataka iz različitih oblasti koji na sveobuhvatan način pokrivaju sve željene aspekte: pravna ograničenja, tehnički potencijal (dostupnost izvora sunca i vjetra, biofizička ograničenja, mrežna i putna infrastruktura), aspekte životne sredine i društveno-ekonomske aspekte. Korišćeni su sljedeći podaci:

- Osnovne mape
  - Topografske mape (1:25,000 and 1:50,000)
  - Ortofoto snimci
  - Bazne mape dostupne na Internetu
  - Digitalni model terena (DEM)
- Zakonski definisana ograničenja korišćenja prostora konvertovana u mape
  - Elektroprenosna mreža (110 kV, 220 kV and 400 kV, postojeća i planirana)
  - Distributivna mreža (35 kV)
  - Trafo-stanice
  - Postojeća i planirana putna infrastruktura
  - Željeznica
  - Zone sanitarne zaštite
  - Rijeke
  - Jezera
  - Državne granice
  - Zaštićena područja
  - Područja od kulturološkog i istorijskog značaja
  - Područja od turističkog značaja
  - Telekomunikacijska infrastruktura
  - Naselja
  - Aerodromi
  - Područja od vojnog interesa
- Mape resursnog potencijala za obnovljive izvore energije
  - Globalno sunčevo zračenje (rezolucija 250x250 m)[2]
  - Prosječna brzina i kontinuitet vjetra na visini od 100 m (rezolucija 50x50 m)[3]
- Prirodne vrijednosti
  - Zakonom zaštićena područja u trećoj zaštitnoj zoni (Nacionalni parkovi, parkovi prirode, spomenici prirode, itd.)
  - Područja mreže Emerald
  - Važna područja za ptice i biodiverzitet (engl. *Important Bird and Biodiversity Areas* - IBA) i Posebno zaštićena područja (engl. *Special Protection Areas* - SPA)
  - Močvare na Ramsarskoj listi

[2] https://globalsolaratlas.info/
[3] https://map.neweuropeanwindatlas.eu/

    - Predložena staništa Natura 2000 Tip A i B, i prioritetna staništa za EU Natura 2000
    - Područja predložena za zaštitu
    - Staništa od značaja za slijepe miševe
- Kulturološke vrijednosti
    - Vjerski lokaliteti
    - Potencijalne lokacije kulturnog nasljeđa
- Društveno-ekonomske vrijednosti
    - Naselja određena kao urbane zone (na osnovu Prostornog plana Crne Gore)
    - Ostala/ruralna naselja (na osnovu OSM/Google Mapa), uključujući:
        - Naselja u okviru područja prostornih planova posebne namjene (odnosi se na zone obale i teritorije nacionalnih parkova)
        - Naselja izvan prostornih planova posebne namjene
    - Turističko-rekreativna područja (skijališta)
    - Poljoprivredno zemljište (obradivo zemljište, livade i pašnjaci)
    - Šumsko zemljište (visoke šume, vrste niskih šuma, šikare, goleti)[4]
    - Podaci vezani za vrijednost pejzaža dostupni na Internetu (Flickr API)

Svi podaci su konvertovani u SHP format. Dostupni skupovi podataka dolaze u različitim formatima i potrebni su različiti nivoi dodatne obrade prije upotrebe. Izvori podataka su:

- Ministarstvo poljoprivrede, šumarstva i vodoprivrede
    - Podaci o poljoprivrednom zemljištu i njegovoj klasifikaciji
    - Podaci o šumskom zemljištu i njegovoj klasifikaciji
- Ministarstvo ekologije, održivog razvoja i razvoja sjevera
    - Podaci vezani za prirodne vrijednosti
- Ministarstvo energetike i rudarstva
    - Podaci vezani za rudnike
- Ministarstvo prostornog planiranja, urbanizma i državne imovine
    - Prostorni podaci za planiranje namjene zemljišta na nacionalnom i lokalnom nivou (nakon obrade podataka, za neke od ovih podataka je ocijenjeno da imaju nizak nivo tačnosti ili pouzdanosti i da bi se dobili bolji podaci moralo se stupiti u kontakt sa drugim posebnim ministarstvima)
- Ministarstvo turizma
    - Podaci o zonama određenim za turističke namjene
- Agencija za zaštitu životne sredine
    - Podaci vezani za prirodne vrijednosti
- Uprava za gazdovanje šumama i lovištima
    - Podaci o šumskom zemljištu i njegovoj klasifikaciji
- Uprava za nekretnine
    - Dio podataka o određivanju namjene zemljišta
- Uprava za vode
    - Podaci vezani za izvore vode, vodena tijela i vodene tokove
- Uprava za zaštitu kulturnih dobara
    - Podaci o kulturološkim vrijednostima

[4] Ovdje su korišćeni podaci nadležnog ministarstva i javno dostupni podaci sa mreže (*Copernicus Land Monitoring Service*).

- Uprava za željeznice – Vlada Crne Gore
    - Podaci o željezničkoj infrastrukturi
- Operator prenosnog sistema
    - Infrastruktura prenosne mreže i razvojni planovi
- Operator distributivnog sistema
    - Infrastruktura distributivne mreže i razvojni planovi

Primijenjena prostorna rješenja i korišćenje dostupnih nacionalnih i međunarodnih baza podataka odgovara strateškom nivou analize i omogućava identifikovanje širih zona potencijalnog konflikta. U isto vrijeme, prostorna generalizacija i neujednačena učestalost ažuriranja za određene slojeve ulaznih podataka, ograničili su mogućnost preciznog ekološkog tumačenja na nivou mikro-lokacija. Stoga rezultate treba tumačiti kao indikativni okvir kojem su potrebne dodatne prostorne analize i terenska verifikacija tokom različitih faza projekta. Ovdje su naročito vrijedni pažnje podaci o šumama, naseljima i vrijednim pejzažima. Za svrhe održivog planiranja korišćenja zemljišta, potrebno je ažurirati katastar šuma, i pripremiti studije pejzaža gdje se uzimaju u obzir specifične mikro-lokacije.

3. Algoritam

Metodologija je predstavljena sljedećim koracima:

- Korak 1: Kreiranje mapa ograničenja
    - Utvrđivanje zakonskih, biofizičkih ograničenja i ograničenja u resursima za razvoj obnovljivih izvora energije (OIE);
    - Isključivanje nepogodnih područja.
- Korak 2: Kreiranje mapa razvojnog potencijala
    - Izračunavanje potencijalnog prinosa resursa;
    - Procjena pogodnosti za potencijalni razvoj resursa na osnovu potencijalnog prinosa resursa i kriterijuma izvodljivosti (npr. blizina glavnih puteva, električnih vodova i centara potrošnje, dostupnost kapaciteta za povezivanje na elektro-energetsku mrežu).
- Step 3: Kreiranje mapa konflikta
    - Izbor kriterijuma
        - Izbor kriterijuma osjetljivosti (intenzitet konflikta) na osnovu dostupnih georeferenciranih podataka;
        - Izbor pod-kriterijuma u okviru svakog kriterijuma, kada je to primjenjivo (u zavisnosti od dostupnosti podataka).
    - Ocjena pojedinačnih kriterijuma
        - U zavisnosti od vrste dostupnih georeferenciranih podataka (tačka ili poligon) i njihove relevantnosti za posmatrani kriterijum, biraju se tampon zone za svaki kriterijum (za svaki kriteriijum analiziraju se dostupni podaci i praktično iskustvo na osnovu čega se predlažu tampon zone);
        - Rezultat se definiše za svaku zonu. Usvojena je skala za bodovanje od 0 do 5, gdje rezultat 0 znači da nema očekivanog negativnog uticaja za posmatrani kriterijum, a rezultat 5 znači da vjerovatno postoji veliki negativni uticaj, tj. visok intenzitet konflikta vezan za izgradnju solarnih elektrana i vjetroelektrana u odnosu na posmatrani kriterijum. Treba naglasiti da, zbog različite dostupnosti podataka i prirode kriterijuma koji variraju, ne treba nužno koristiti sve rezultate u okviru predložene skale (najmanje se koriste rezultati 5 i 0).
    - Kombinovanje kriterijuma za kreiranje mapa konflikata koje nastaju kao rezultat
        - Odabir koeficijenata za pondeerisanje, koji se koriste da bi se ocijenila relativna važnost kriterijuma;
        - Primjena formule koja kombinuje rezultate za intenzitet konflikta po kriterijumu sa odabranim koeficijentima za ponderisanje.
- Korak 4: Kombinovanje mapa konflikata i mapa razvojnog potencijala
    - Kombinovanje zona koje su ocijenjene kao niskokonfliktne sa mapama razvojnog potencijala;
    - Filtriranje izolovanih malih područja;
    - Izračunavanje područja za koja je ocijenjeno da imaju visok i srednji razvojni potencijal i procjena potencijala.

3.1 Mape ograničenja

Područja koja nisu pogodna za solarne i vjetroelektrane treba da se identifikuju i isključe iz dalje analize. Ograničenja koja mogu da vode do eliminacije određenih zona, uključuju sljedeće:

- Zakonska ograničenja – Domaće zakonodavstvo koje uređuje zaštitu prirode, infrastrukturni razvoj, prostorno planiranje i druge relevantne sektore, može da zabrani ili ograniči instaliranje OIE u nekim područjima. Ta područja mogu da uključuju nacionalne parkove, stroge rezervate i druge kategorije zaštićenih područja gdje su zabranjene ekonomske djelatnosti i sve druge aktivnosti koje ne doprinose očuvanju biodiverziteta.
- Postojeća infrastruktura – Naselja (u urbanim i ruralnim područjima) i koridori duž ili oko izgrađene infrastrukture kao što su dalekovodi, postojeće elektrane, putevi i areodromi, takođe nisu pogodni za instaliranje OIE.
- Biofizička ograničenja – Nagib i orjentacija terena važni su za planiranje budućih OIE projekata (strmiji nagibi utiču na složenost planirane elektrane). Određene vrste zemnih pokrivača i obilježja (npr. rijeke i jezera) nisu pogodni za instaliranje OIE.
- Ekonomska ograničenja – prosječna brzina vjetra i konstantnost vjetra su osnovne mjere dostupnosti sirovog energetskog potencijala nekog datog područja, i na osnovu iskustava iz ranijih studija, kao i iz razvoja projekata vjetroelektrana, usvojene su niže granice za ove vrijednosti kao mjerila za ekonomsku isplativost projekta.

Pregled ograničenja za mapiranje pogodnosti za OIE dat je u Tabeli 3.1. Granice posebnih područja/zona (npr. zaštićena područja, zone za turizam i rekreaciju i vojne zone) definišu područja koja su isključena iz dalje analize pogodnosti za razvoj OIE usljed zakonskih ograničenja. Ne postoje zakonske odredbe kojima se propisuje da moraju postojati dodatne zone oko isključenih područja gdje je zabranjena gradnja solarnih i vjetroelektrana. Prema domaćim propisima, nema definisane zaštitne zone oko kulturnih, istorijskih i vjerskih lokaliteta, kojima bi se zabranila izgradnja solarnih i vjetroelektrana u njihovoj blizini.

Tabela 3.1 Pregled ograničenja za mapiranje pogodnih područja za OIE

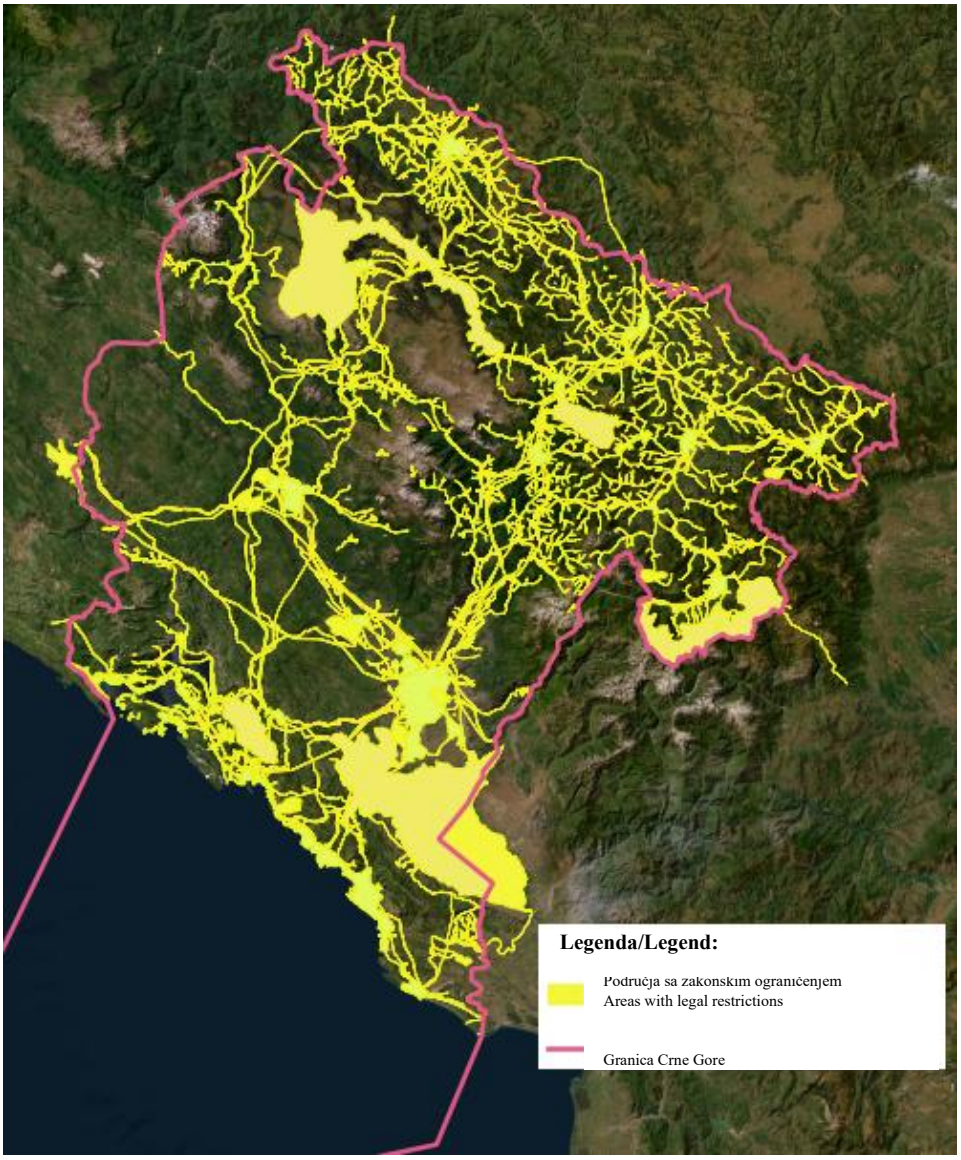
Ograničenja	Isključenje	Veličina tampon zone	Jedinica	Pravni osnov	Obrazloženje/napomena
Zakonska ograničenja *Zaštićena područja prema nacionalnom zakonodavstvu, gdje je gradnja zabranjena (IUCN kategorije); Područja označena kao lokaliteti kulturne baštine i arheološka nalazišta; Područja posebne namjene (vojne zone, turističko-rekreativne zone (hoteli, turistička naselja, kampovi, sportski objekti na otvorenom)*					
Zaštićena područja	obilježje	0	m	Zakon o zaštiti prirode ("Sl. List CG", 54/2016 i 18/2019)	Izgradnja kapaciteta je zabranjena u prvoj i drugoj zaštitnoj zoni zaštićenih područja u skladu sa članom 31 Zakona.
Kulturološki, istorijski i duhovni lokaliteti	obilježje	0	m	Zakon o zaštiti kulturnih dobara ("Sl. List CG", 49/2010)	U skladu sa članom 4 Zakona, radnje i aktivnosti koje mogu promijeniti izgled, svojstvo, osobenost, značenje ili značaj kulturnog dobra, treba spriječiti. Zaštitna zona pridružena kulturnom dobru se ne definiše. Dalje će se analizirati kao

Ograničenja	Isključenje	Veličina tampon zone	Jedinica	Pravni osnov	Obrazloženje/napomena
					dio mapiranja društvenih/kulturnih vrijednosti. Većina lokaliteta su dostupni kao tačke bez definisane tampon zone. Međutim, postoje određena zaštitna područja koja će biti uključena.
Područja za rekreaciju	obilježje	0	m	Prostorni plan	U skladu sa prostornim planom, namjena zone je rekreacija.
Turističke zone	obilježje	0	m	Prostorni plan	U skladu sa prostornim planom, namjena zone je razvoj turizma.
Vojne zone	obilježje	0	m	Zakon o odbrani ("Sl. List CG" 47/2007, 88/2009, 14/2012, 2/2017, 46/2019)	Član 44 Zakona zabranjuje pristup vojnim objektima i objektima koji su određeni kao objekti od posebnog značaja za odbranu, kao i građenje u rejonima uz te objekte, bez saglasnosti Ministarstva. Širina rejona uz objekte odbrane nije precizirana.
Postojeća infrastruktura *Naselja (u urbanim i ruralnim područjima) i koridori duž ili oko infrastrukture kao što su elektroenergetski vodovi, putevi i aerodromi*					
Naselja/Zgrade	obilježje	0		Prostorni plan	U skladu sa prostornim planom, naseljena područja karakteriše velika gustina stanovništva i izgrađena infrastruktura, što je okruženje koje nije pogodno za veće solarne i vjetroelektrane. Ruralna naselja ne uzimaju se u obzir zbog niske pouzdanosti podataka.
Putevi				Zakon o putevima ("Sl. List CG" 82/2020)	U skladu sa članom 92 Zakona, širina zaštitnog pojasa u kome se ne mogu, bez saglasnosti organa uprave, odnosno organa lokalne uprave, otvarati rudnici i kamenolomi, graditi krečane i ciglane, vaditi šljunak i pijesak, graditi šljunkare ili glinokopi, podizati industrijske zgrade i postrojenja, kao i slični objekti iznosi: pored autoputeva, brzih saobraćajnica i magistralnih puteva 60 metara, pored regionalnih puteva 40 metara, a pored opštinskih puteva 20 metara, računajući od spoljne ivice putnog pojasa. Sva postojeća infrastruktura i budući koridori autoputeva uzeti su u obzir.
Autoputevi	Obilježje / tampon	60	m		
Glavni	Obilježje / tampon	40	m		
Sporedni	Obilježje / tampon	20	m		
Aerodrom (mali sportski)	Obilježje	0	m	Zakon o vazdušnom saobraćaju ("Sl. List CG" 30/2012)	U skladu sa članom 44 Zakona, izgradnja i postavljanje vazduhoplovnih prepreka na području aerodroma, uključujući objekte i tehnička sredstva vazdušne plovidbe, izgradnju i postavljanje vazduhoplovnih prepreka van područja aerodroma, koje mogu uticati na sigurnost vazdušnog saobraćaja, kao i njihovo označavanje i

Ograničenja	Isključenje	Veličina tampon zone	Jedinica	Pravni osnov	Obrazloženje/napomena
					održavanje vrši se u skladu sa odlukom Ministarstva. Zaštićena zona van područja aerodroma nije precizirana.
Željeznica	Obilježje / tampon	25	m	Zakon o željeznici ("Sl. List CG"27/13 i 43/13)	Prema članu 4 Zakona, infrastrukturni pojas je pojas sa obje strane pruge, u širini od 25 m, računajući od ose krajnjih kolosjeka, koji funkcionalno služi za upotrebu, održavanje i tehnološki razvoj željezničkih infrastrukturnih kapaciteta.
Elektroenergetrski vodovi				Pravila za izgradnju prenosnih i distributivnih elektroenergetskih vodova	Prenosni elektroenergetski vod (400 kV, 220 kV i 110 kV) – Zaštitna zona na obje strane je u odnosu na vertikalne projekcije krajnjih provodnika. Distributivni elektroenergetski vod (35 kV) - Zaštitna zona na obje strane je u odnosu na vertikalne projekcije krajnjih provodnika.
Prenosni	Obilježje / tampon	40 (400 kV) 30 (220 kV) 25 (110 kV)	m		
Distributivni	Obilježje / tampon	10 (35 kV)	m		
Elektrane (vjetar, sunce)	Obilježje	0	m	Prostorni plan	Lokacije postojećih vjetroelektrana i solarnih elektrana i onih za koje su izdate građevinske dozvole date su u formi zona (poligon).
Radio/ telekom tornjevi (samo vjetar)	Obilježje / tampon	200	m	Pravilnik o širini zaštitnih zona i vrstama radio koridora u kojima nije dopušteno planiranje i gradnja drugih objekata	Pravilnik definiše širine zaštitnih zona u zavisnosti od vrste, snage i frekvencije radio centara koji su relevantni za izgradnju vjetroelektrana.
Biofizička ograničenja *Nagib terena, nadmorska visina; Rječne mreže, granice slivova i podslivova, vodoizvorišta i zona sanitarne zaštite vode; korišćenje zemljišta*					
Nagib terena	Vrijednosti iznad				
Fotonaponski	Vrijednosti iznad	10	stepeni		
Vjetar	Vrijednosti iznad	15	stepeni		
Voda	Obilježje + tampon	15	m	Zakon o vodama ("Sl. List CG"	Prema članu 10 Zakona, priobalno zemljište je pojas zemljišta širine 15 m za

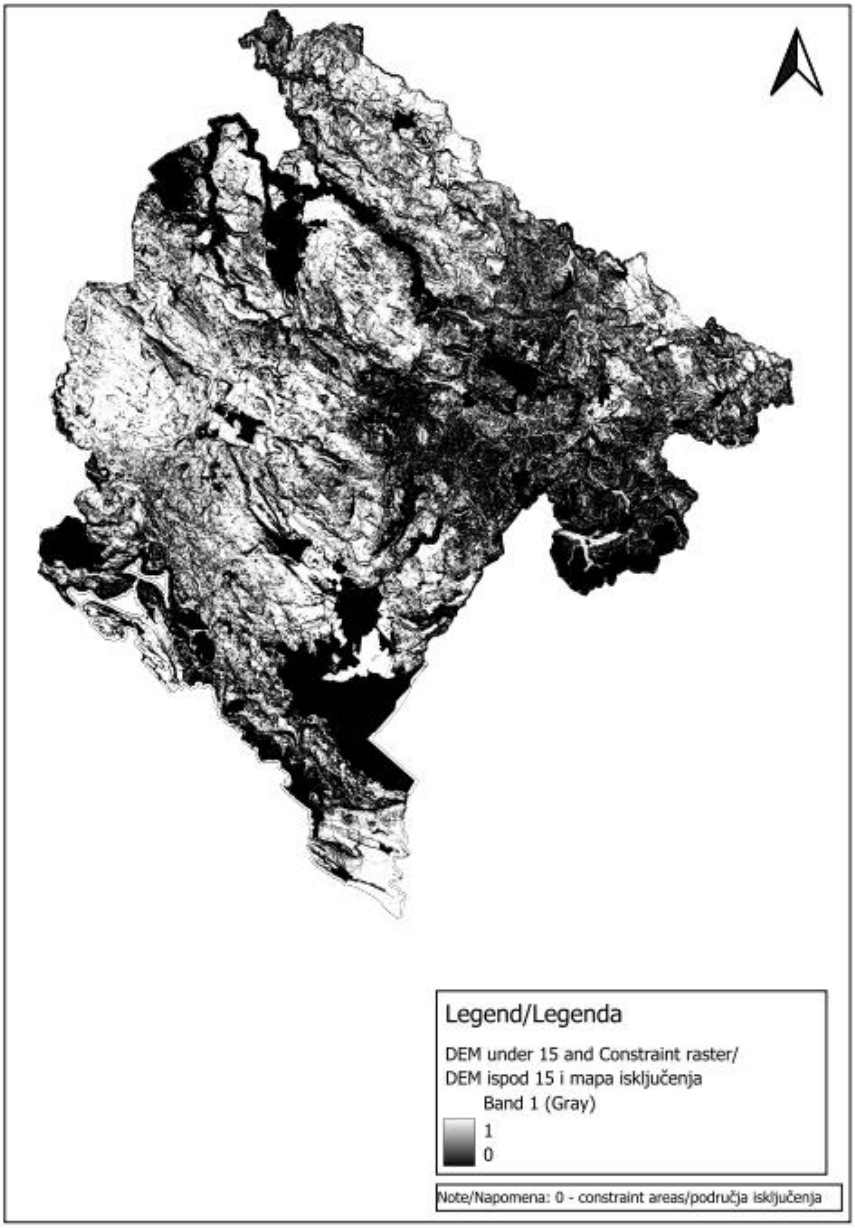
Ograničenja	Isključenje	Veličina tampon zone	Jedinica	Pravni osnov	Obrazloženje/napomena
Jezera	Obilježje + tampon	15	m	27/2007 32/2011)	vode od značaja za Crnu Goru i 10 m za vode od lokalnog značaja od granice vodnog zemljišta, koji, po pravilu, služi za održavanje zaštitnih objekata i korita za veliku vodu i druge aktivnosti u upravljanju vodama. Takođe su uključene i prva i druga zona sanitarne zaštite oko vodenih izvora.
Rijeke	Obilježje + tampon	15	m		
Ekonomska ograničenja					
Prosječna brzina vjetra (w)	Vrijednosti ispod	4 m/s			Brzina vjetra ispod 4 m/s prepoznaje se kao pokazatelj slabog potencijala vjetra za izgradnju elektrane (nije izvodljivo).
Kontinuitet vjetra (k)	Vrijednosti ispod	1.2			Mjera k je faktor oblika Weibulove distribucije vjetra. Viši k odgovara stabilnom vjetru i pouzdanijim procjenama produktivnosti vjetra.

U praktičnom smislu, odabrana ograničenja se mapiraju i konvertuju u rasterske skupove (Slika 3.1) pri rezoluciji od 28x28 m, korišćenjem tehnike ponovnog uzorkovanja najbližeg susjeda, a zatim se kombinuju da bi se napravio binarni skup podataka kojim se identifikuje podobnost za OIE (tj. 0-nepogodan i 1 pogodan).

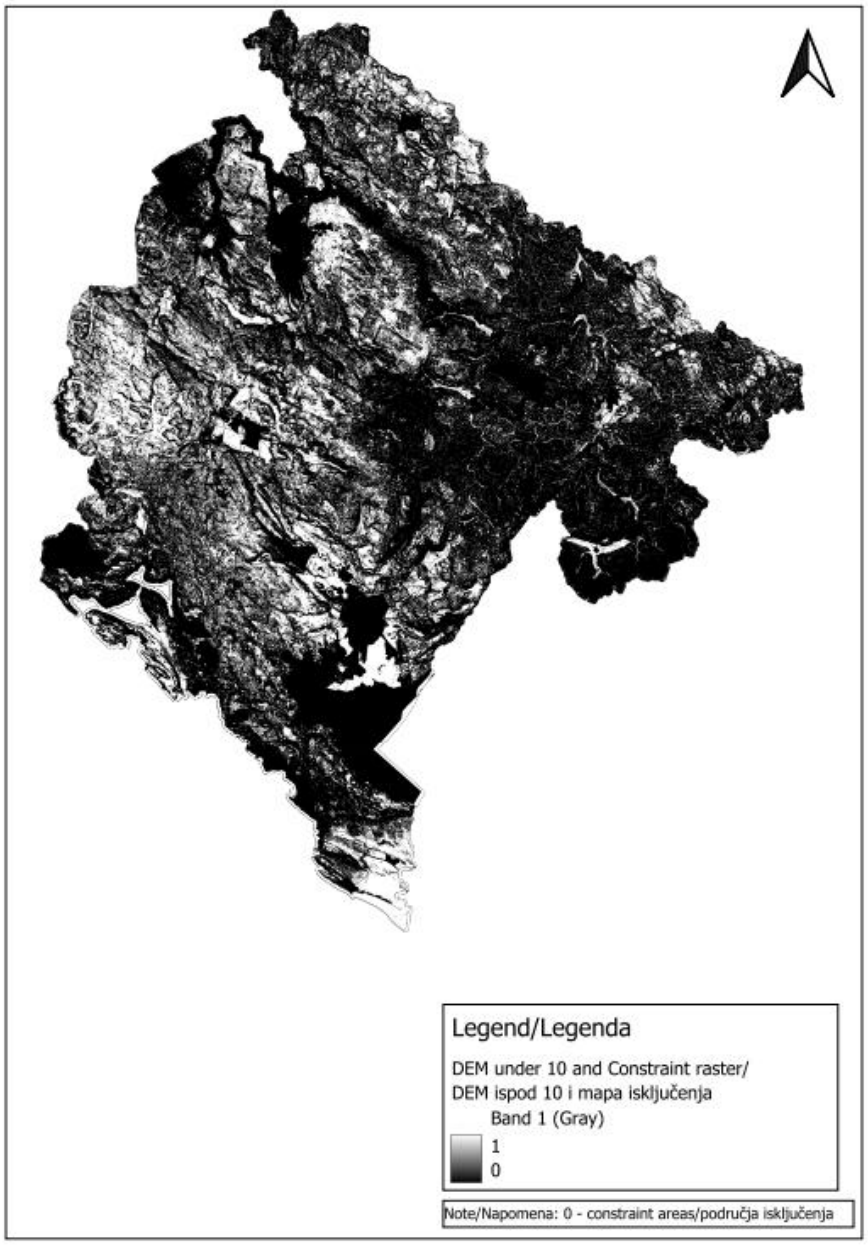


Slika 3.1 Područja sa zakonskim ograničenjima za izgradnju energetskih objekata

Ova mapa pogodnosti za obnovljive izvore energije se zatim podešava za solarne i vjetroelektrane na osnovu uslova za nagib i resurse. Uz zone koje su isključene zbog zakonskih i infrastrukturnih ograničenja, područja sa nagibom terena većim od 10° za solarne elektrane i 15° za vjetroelektrane, takođe su isključena iz daljih analiza, zbog uticaja koji strmije padine mogu imati na efikasnost korišćenja zemljišta i složenost izgradnje objekta (Slika 3.2 i Slika 3.3).



Slika 3.2 Mapa područja koja su isključena kao kandidati za izgradnju vjetroelektrana zbog biofizičkih ograničenja, tj. nagiba terena od više od 15°



Slika 3.3 Mapa područja koja su isključena kao kandidati za izgradnju solarnih elektrana zbog biofizičkih ograničenja, tj. nagiba terena od više od 10°

3.2 Mape razvojnog potencijala

Za procjenu razvojnog potencijala OIE potrebni su pouzdani podaci o osunčanosti, brzini i kontinuitetu vjetra. Kako je već pomenuto, podaci iz globalnog atlasa koriste se za globalno horizontalno sunčevo zračenje (GHI), srednju dugoročnu brzinu vjetra na mikroskali pri visini od 100 m (w) i Weilbulov k parametar dugoročne distribucije vjetra na mikroskali. Tu su i dodatni tehnički kriterijumi koji su prepoznati kao važni za pouzdanu ocjenu potencijala područja za OIE:

- Kapacitet za povezivanje na mrežu,
- Udaljenost prenosnih/distributivnih vodova,
- Udaljenost od potrošačkih centara i
- Udaljenost od puteva.

Pošto svi pomenuti kriterijumi nisu od istog značaja, potrebno je procijeniti njihovu težinu. To se radi kroz sastanke sa stručnjacima iz ove oblasti (vladine institucije iz energetskog sektora, privatni investitori, realizatori projekata, itd) i kroz upitnik.

Algoritam za procjenu razvojnog potencijala može se predstaviti sljedećom jednačinom:

$$P = w_1 \times GHI_n + w_2 \times Cap_n + w_3 \times PGD_n + w_4 \times CCD_n + w_5 \times RD_n$$ – sunce

$$P = w_1 \times WP_n + w_2 \times Cap_n + w_3 \times PGD_n + w_4 \times CCD_n + w_5 \times RD_n$$ – vjetar

$$WP = w \times k$$

Gdje je,

P – kvantifikacija ukupnog tehničkog razvojnog potencijala OIE (vrijednosti u intervalu od 0 do 1)

GHI_n – globalno horizontalno sunčevo zračenje normalizovano maksimalnom vrijednošću (vrijednosti u intervalu od 0 do 1)

WP_n – proizvod prosječne brzine vjetra i faktora k normalizovan maksimalnom vrijednošću (vrijednosti u intervalu od 0 do 1)

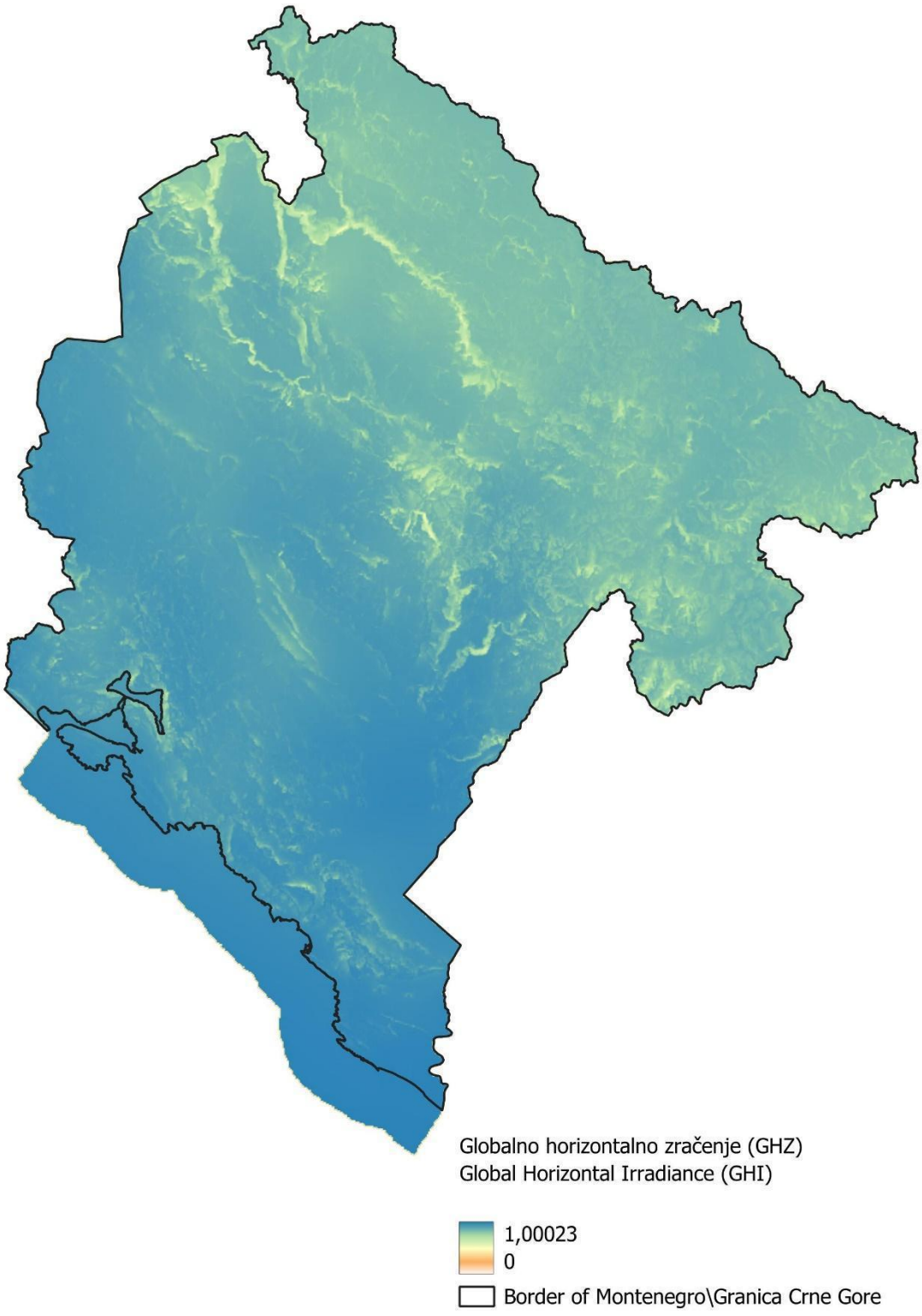
Cap_n – kapacitet mreže normalizovan maksimalnom vrijednošću (vrijednosti u intervalu od 0 do 1)

$$Cap_n = \{0.2, Cap \leq 100\ MW\ 0.6, 100\ MW < Cap \leq 500\ MW\ 1, Cap > 500\ MW$$ – prenosna elektroenergetska mreža[5]

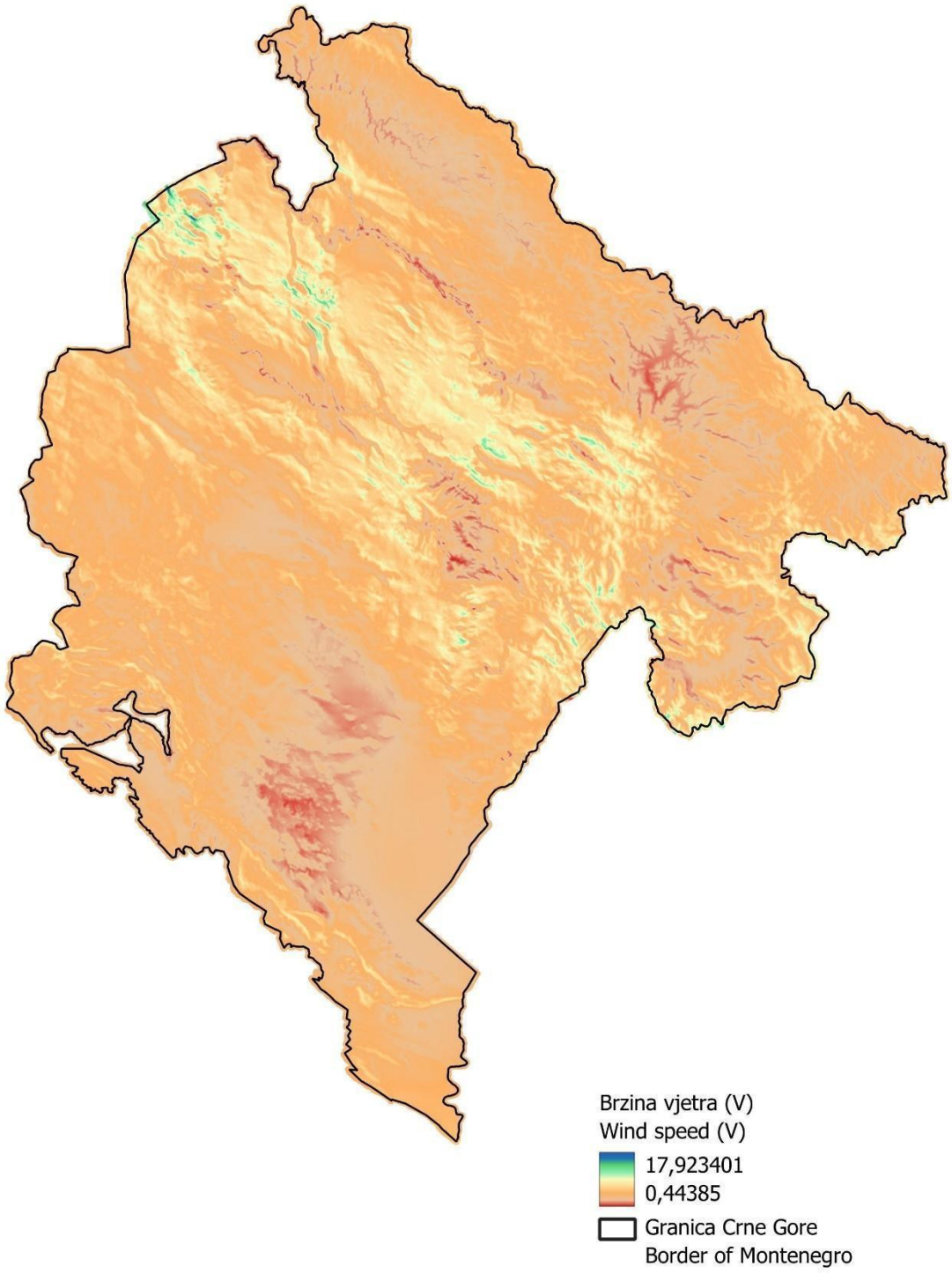
$$Cap_n = \{1, Cap \geq 5\ MW\ 0, PGD < 5\ MW$$ – distributivna elektroenergetska mreža[6]

Važno je naglasiti da se vrijednost *Cap* određuje pomoću detaljne metodologije[7] (koja je izrađena za svrhe ove studije) i modela za analizu kapaciteta postojeće prenosne mreže Crne Gore i planiranih proširenja. Svrha ove metodologije jeste da se obezbijedi sposobnost mreže da pouzdano zadovolji sadašnju tražnju, integriše obnovljive izvore energije i ispuni uslove projektovanog rasta. Posebna je pažnja posvećena jedinstvenim karakterisikama energetskog miksa Crne Gore, geografskim uslovima i strateškim ciljevima za integrisanje obnovljive energije i prekograničnu razmjenu energije.

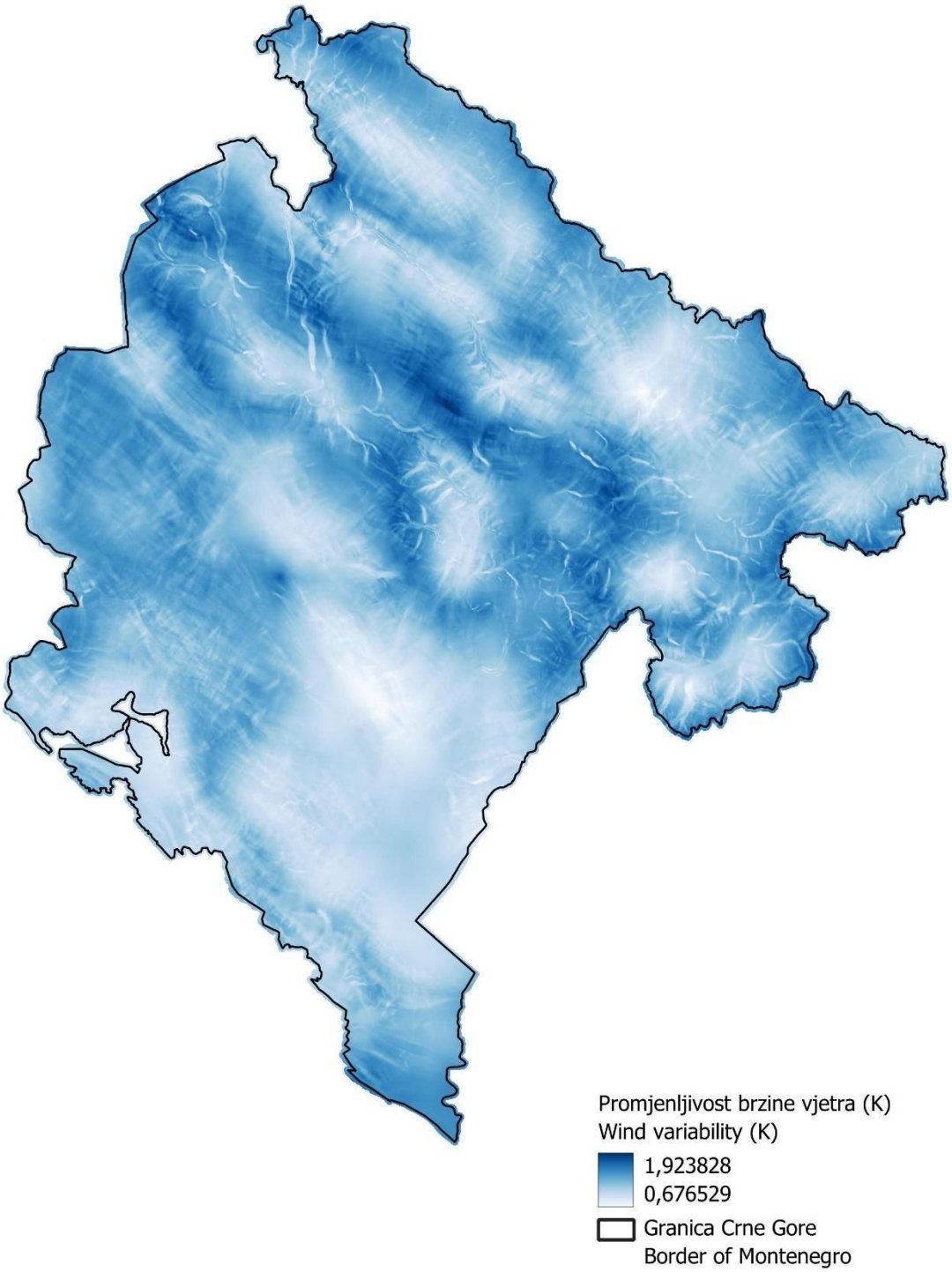
[5] U području oko čvora na prenosnoj mreži sa radijusom od 10 km.
[6] U području oko čvorova na mreži 35 kV sa radijusom od 5 km.
[7] Metodologija za modeliranje mreže, TNC, 2025.



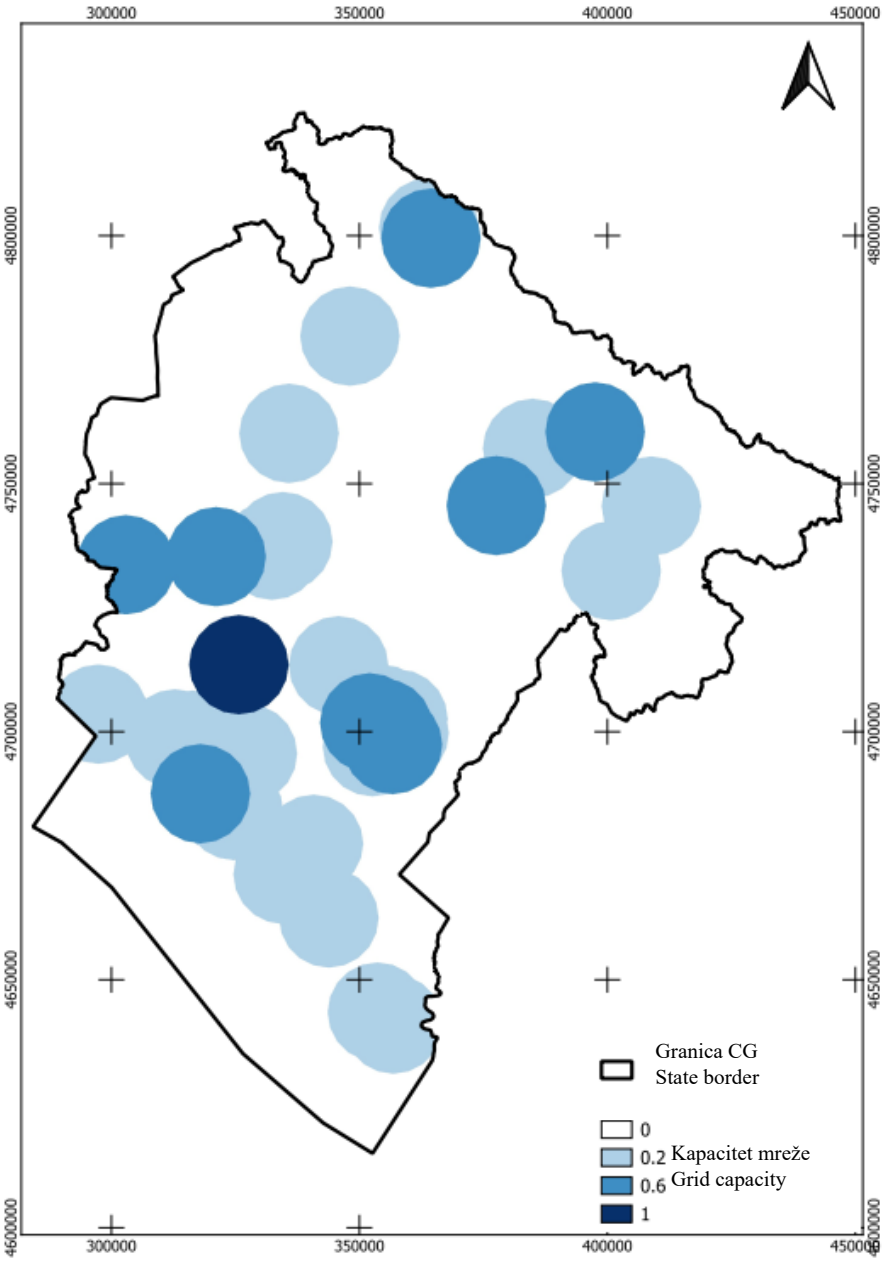
Slika 3.4 Globalno horizontalno zračenje



Slika 3.5 Brzina vjetra

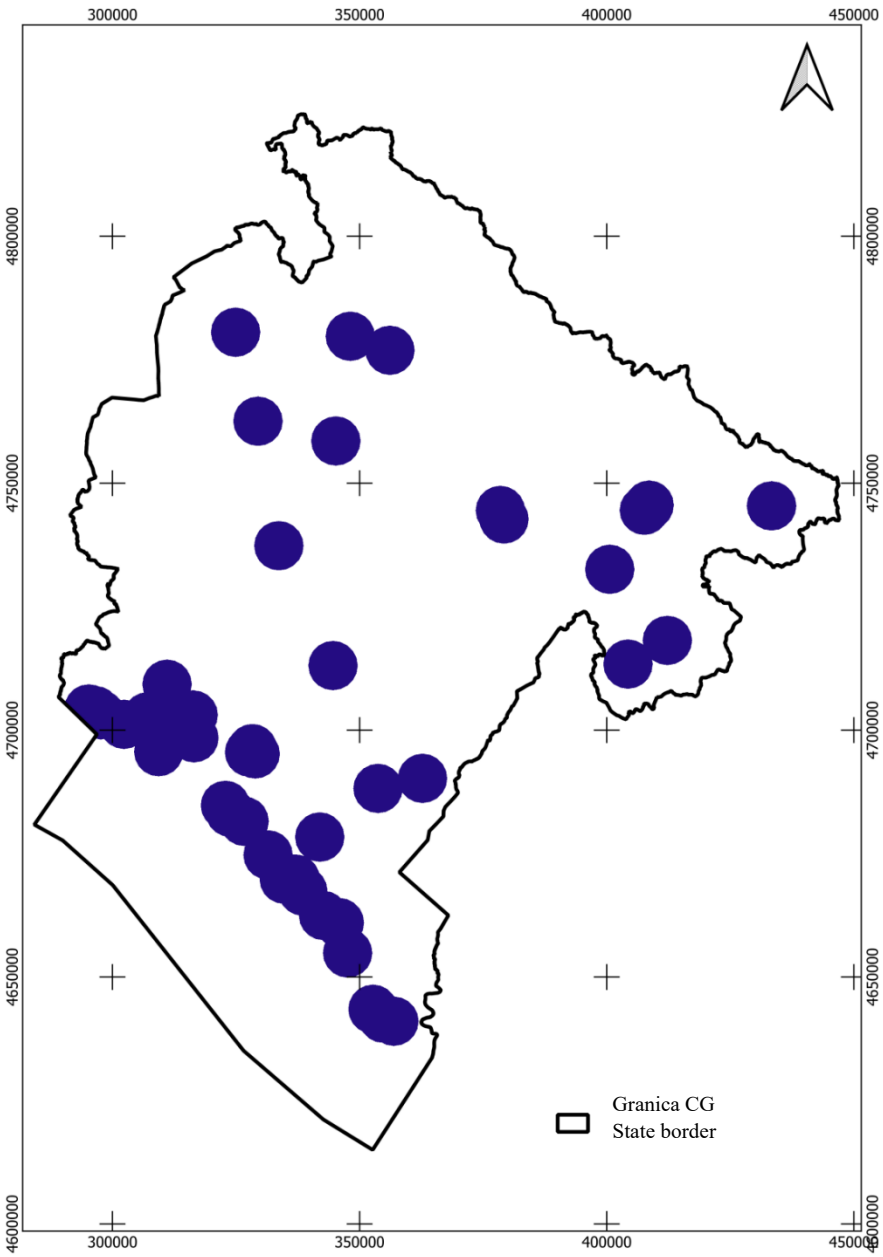


Slika 3.6 Varijabilnost brzine vjetra (Weibull k faktor)



Slika 3.7 Mapa sa vrijednostima Cap_n – Kriterijum kapaciteta elektroenergetske mreže (prenosna mreža)[8]

[8] Predstavljene lokacije kapaciteta mreže određene su prema metodologiji iz Priloga (5.1).



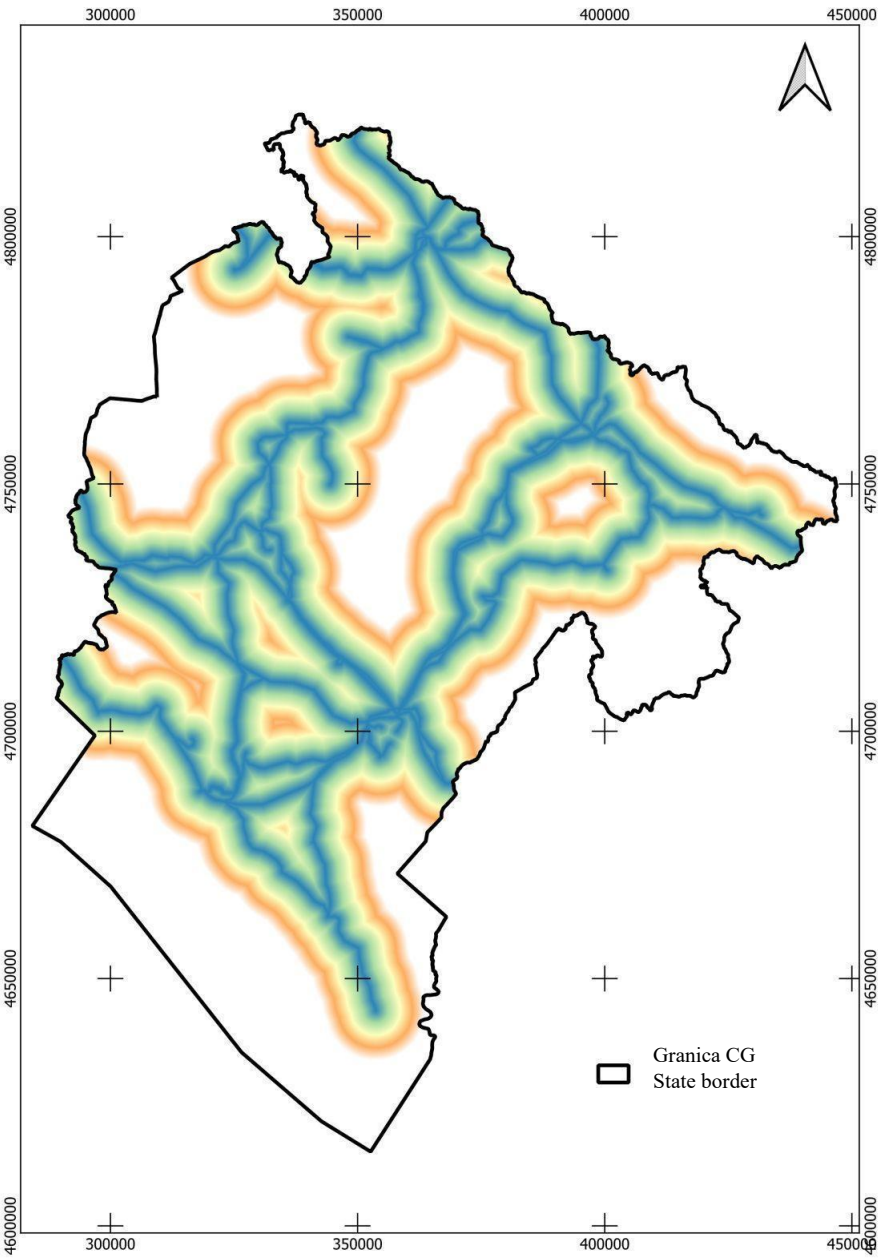
Slika 3.8 Mapa sa vrijednostima Cap_n – Kriterijum kapaciteta elektroenergetske mreže (distributivna mreža)[9]

PGD_n – udaljenost od elektroenergetske mreže normalizovana maksimalnom vrijednošću (vrijednosti u intervalu od 0 do 1)

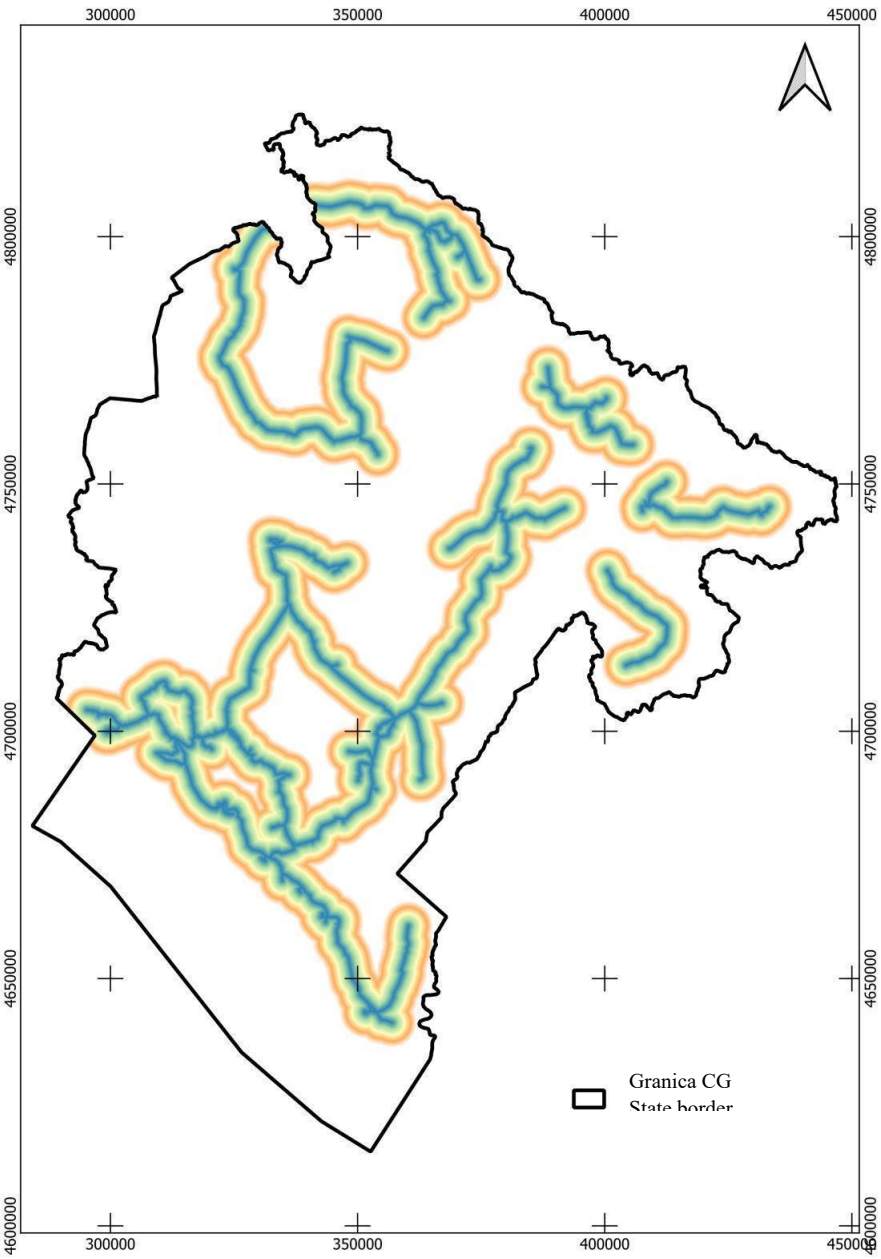
$PGD_n = \{\frac{(10-PGD)}{10}, PGD \leq 10\ km\ 0, PGD > 10\ km$ – prenosna elektroenergetska mreža

$PGD_n = \{\frac{(5-PGD)}{5}, PGD \leq 5\ km\ 0, PGD > 5\ km$ – distributivna elektroenergetska mreža

[9] Predstavljene lokacije kapaciteta mreže određene su prema metodologiji iz Priloga (5.1).



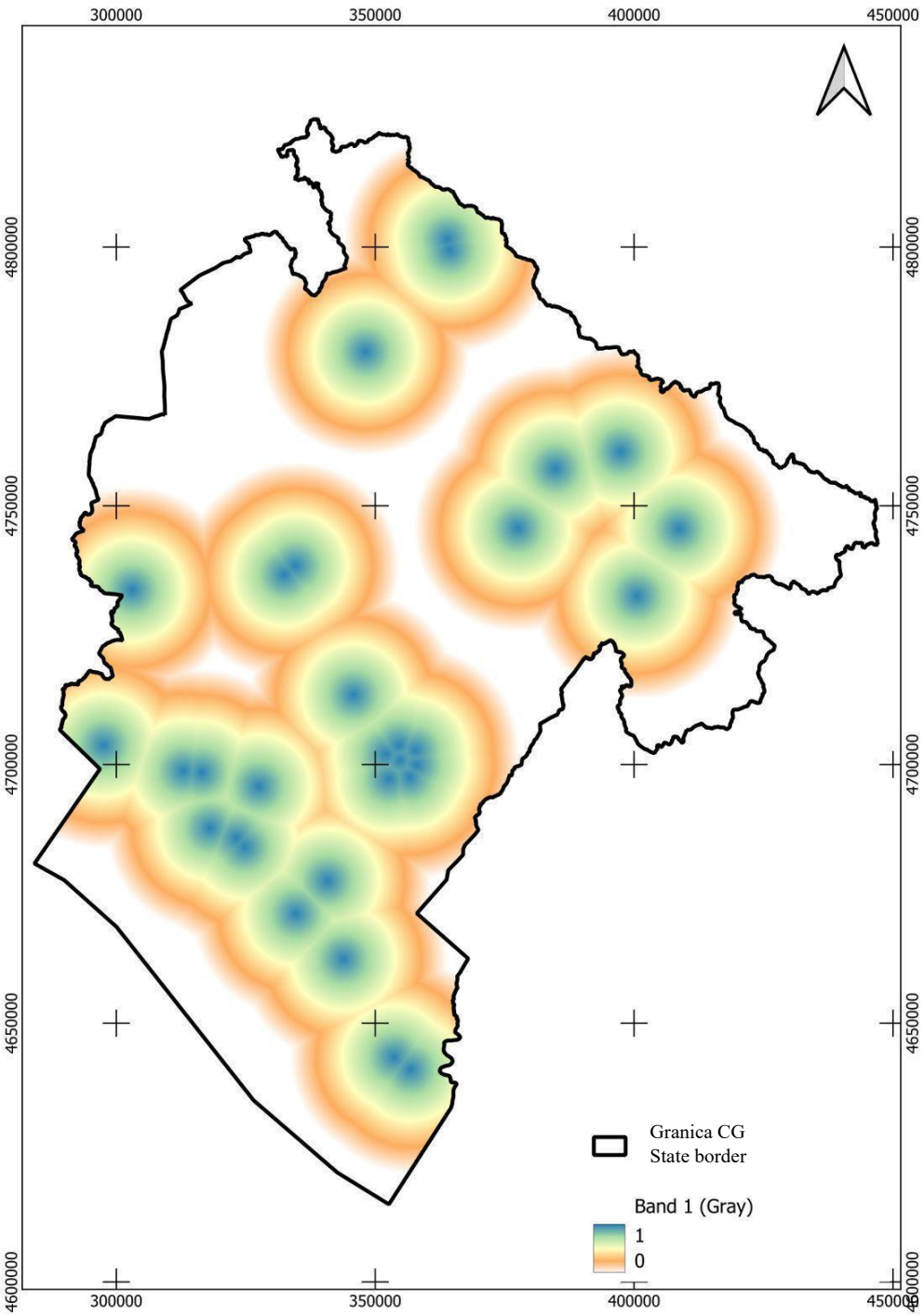
Slika 3.9 Mapa sa vrijednostima PGD_n – Kriterijum udaljenosti od elektroenergetske mreže (prenosna mreža)



Slika 3.10 Mapa sa vrijednostima PGD_n – Kriterijum udaljenosti od elektroenergetske mreže (distributivna mreža)

CCD_n – udaljenost od potrošačkih centara normalizovana maksimalnom vrijednošću (vrijednosi u intervalu od 0 do 1)

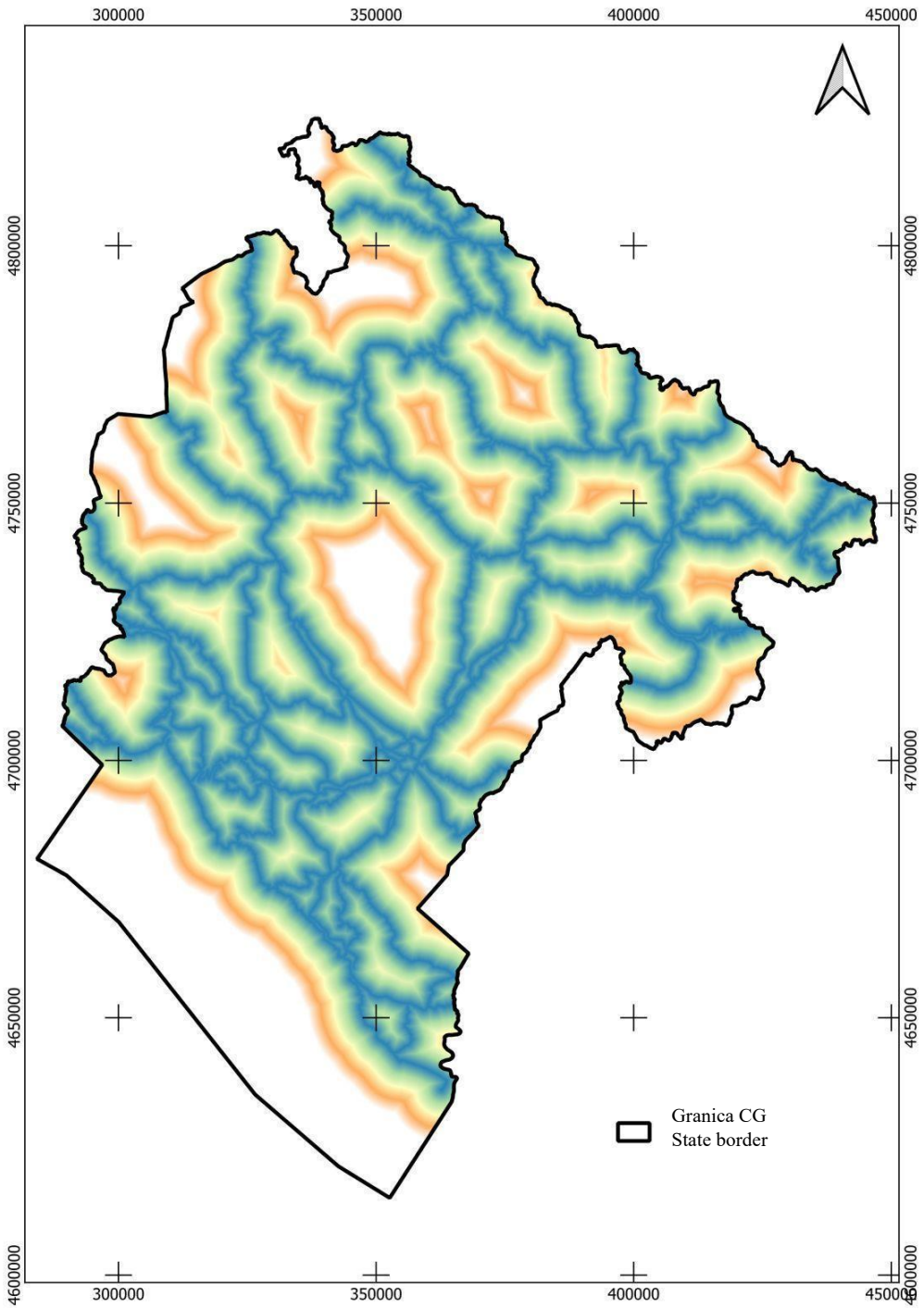
$$CCD_n = \{\frac{(20 - CCD)}{20}, CCD \leq 20\ km\ 0, CCD > 20\ km$$



Slika 3.11 Mapa sa vrijednostima CCD_n – Kriterijum udaljenosti od potrošačkih centara

RD_n – udaljenost od putne infrastrukture normalizovana maksimalnom vrijednošću (vrijednosti u intervalu od 0 do 1)

$$RD_n = \{\frac{(10 - RD)}{10}, RD \leq 10\ km\ 0, RD > 10\ km$$



Slika 3.12 Rezultujuća mapa sa vrijednostima RD_n – Kriterijum udaljenosti od putne infrastrukture

w_i – faktor ponderisanja za sve kriterijume (Tabela 3.2)

Tabela 3.2 Kriterijumi ponderisanja

Faktor ponderisanja	Opis	Vrijednost
w_1	Izvor sunce/vjetar	0,188035842
w_2	Udaljenost od elektroenergetske mreže	0,239625583
w_3	Kapacitet elektroenergetske mreže	0,372013738
w_4	Udaljenost od potrošačkih centara	0,093687873
w_5	Udaljenost od putne infrastrukture	0,106636964

Faktori ponderisanja utvrđeni su korišćenjem metode analitičkog hijerarhijskog procesa[10] iz strukturiranih rezultata ankete sa uzorkom veličine n=14 stručnjaka u energetskom sektoru. U anketi je od stručnjaka traženo da rangiraju značaj različitih faktora na Saaty skali. Pojedinačne preference svakog stručnjaka obračunate su kao dominantni eigen-vektori i agregirani su kao normalizovane srednje vrijednosti da bi se izračunao konačni faktor ponderisanja. Faktori koji se odnose na distributivnu elektroenergetsku mrežu definisani su drugačije nego faktori za prenosnu mrežu zbog njihovih značajnih razlika u odnosu na kapacitet elektroenergetske mreže i udaljenosti na kojoj je izvodljivo povezivanje:

- Tipični maksimalni kapacitet povezivanja distributivne mreže 35 kV u Crnoj Gori je 5 MW.
- Tipični kapacitet povezivanja prenosne mreže u Crnoj Gori počinje od 50 MW i može biti preko 1000 MW (400 kV mreža).
- Udaljenost povezivanja od preko 5 km je visoko upitna u smislu izvodljivosti u slučaju povezivanja na distributivnu mrežu. Sa druge strane, ova udaljenost se smatra malom kada je u pitanju povezivanje na prenosnu mrežu.

Što se tiče infrastrukture elektroenergetske mreže u Crnoj Gori, treba naglasiti da su georeferencirani podaci bili dostupni za cjelokupnu prenosnu mrežu i distributivnu mrežu na nivou napona 35 kV. Pošto su ovo tehnički veoma različite mreže u smislu svrhe, konfiguracije, geografske pokrivenosti, radnih karakteristika, pouzdanosti i kapaciteta, jasno je da moraju da se razmatraju odvojeno u smislu potencijala za povezivanje novih izvora obnovljive energije.

Jednostavno rečeno, prenosna mreža može da prihvati značajno veće elektrane. (S obzirom na sadašnje stanje elektroenergetske infrastrukture Crne Gore, najmanja elektrana povezana na prenosnu mrežu je barem deset puta veća od najveće elektrane povezane na distributivnu mrežu). Kao rezultat, analiza razvojnih potencijala je izvedena potpuno zasebno za male solarne elektrane (povezane na distributivnu mrežu) i velike solarne elektrane (povezane na prenosnu mrežu).

Uz to, povezivanje malih elektrana na prenosnu mrežu je finansijski neisplativo zbog toga što bi troškovi povezivanja na mrežu bili značajno veći od troškova izgradnje same elektrane. Izvođenjem zasebne analize razvojnih potencijala za male i za velike elektrane postiže se sveobuhvatniji pristup. Ovo je posebno relevantno, jer se u ovom trenutku aktivna nastojanja u Crnoj Gori fokusiraju na izgradnju malih solarnih elektrana (nekoliko malih elektrana je već izgrađeno, a još nekoliko je u izgradnji).

Kada se sve ovo uzme u obzir, bilo je potrebno primijeniti različite faktore ponderisanja u odnosu na kapacitet i udaljenost elektroenergetske mreže.

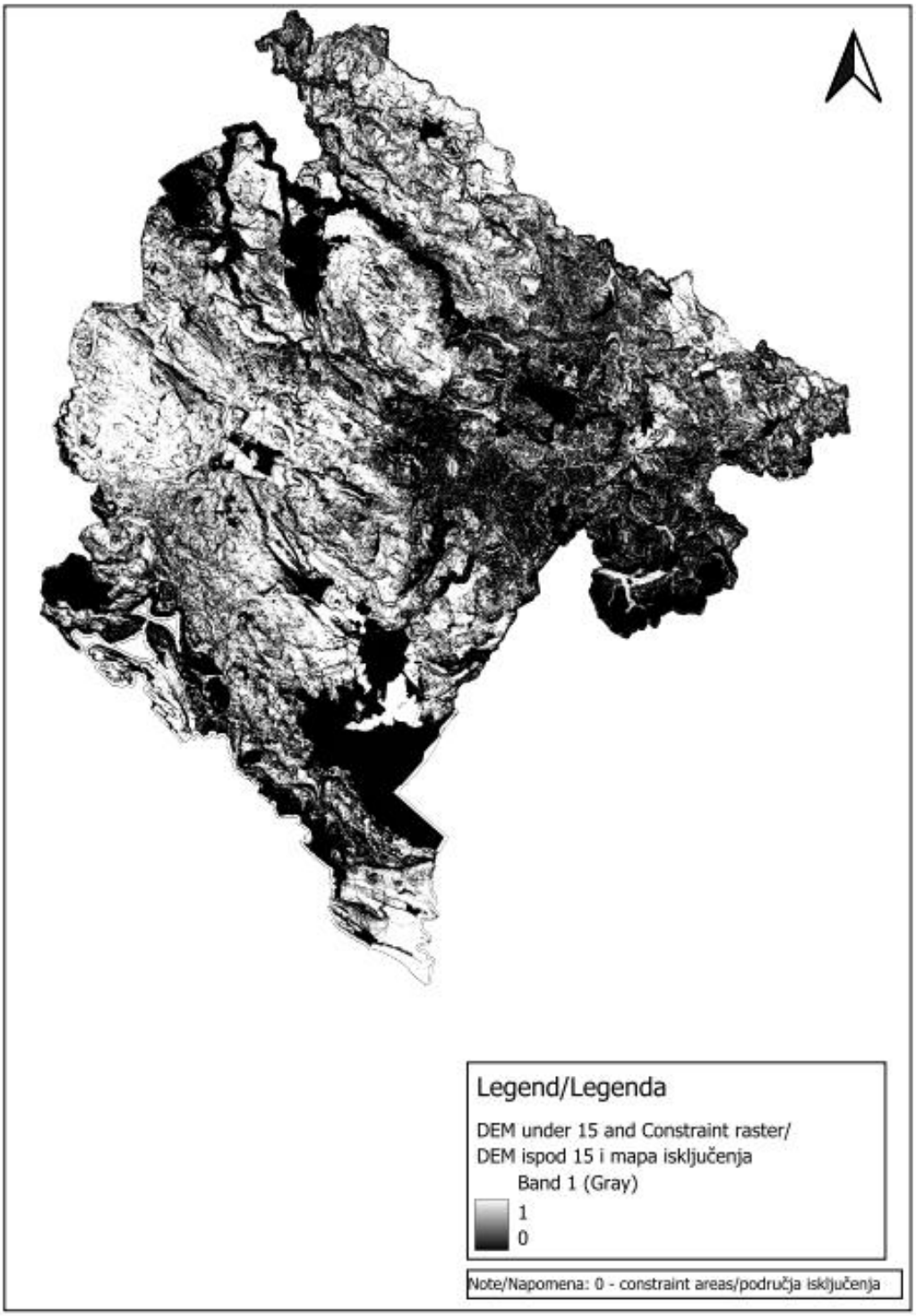
Takođe, usljed ograničenog kapaciteta elektroenergetske mreže, valorizacija potencijala vjetra ocijenjena je samo za povezivanje na prenosnu mrežu.

[10] Saaty, R.W., 1987. The analytic hierarchy process—what it is and how it is used. *Mathematical modelling*, *9* (3-5), pp.161-176.

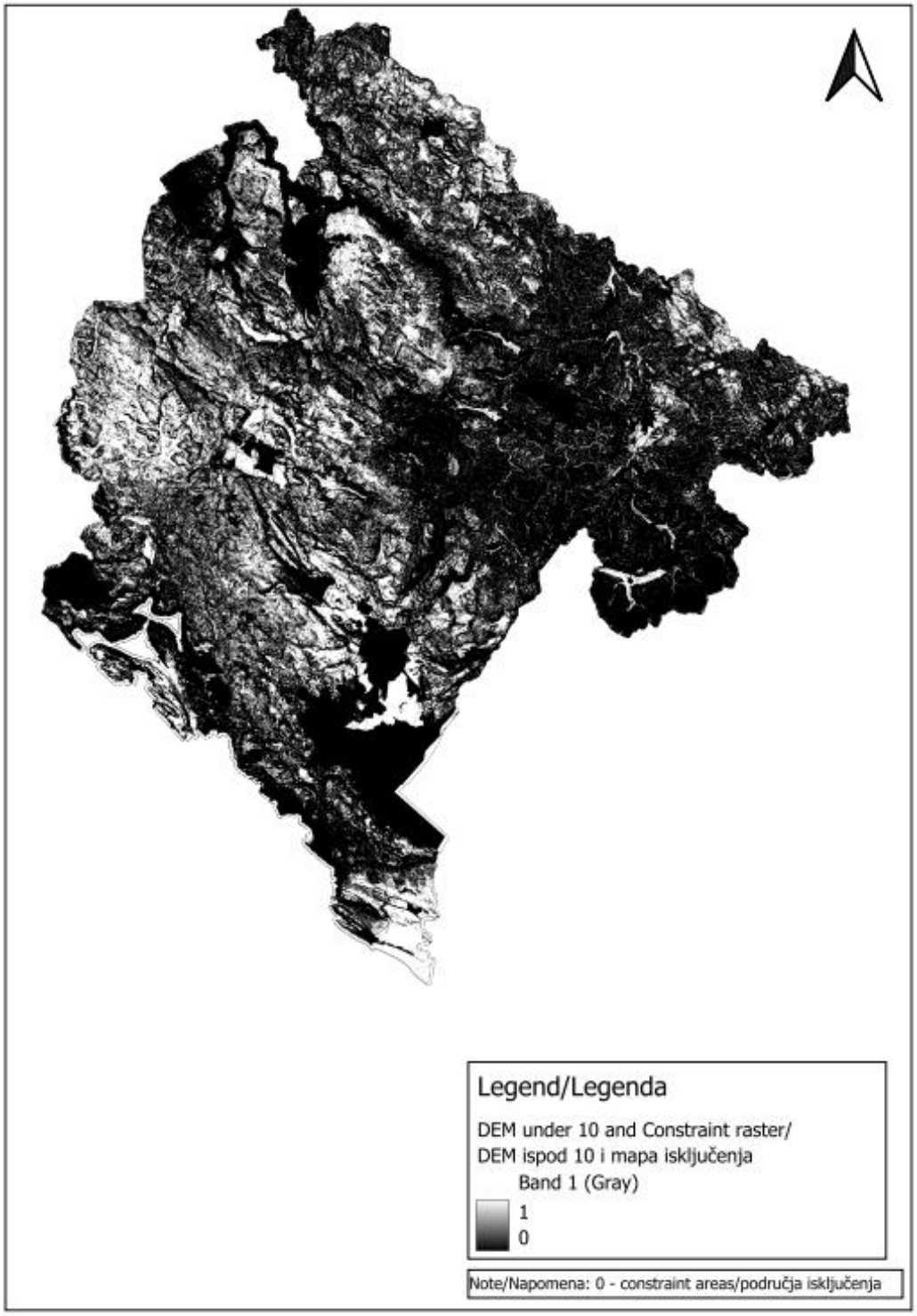
Nakon ocjene svih gorepomenutih varijabli, korišćenjem ulaznih podataka iz poglavlja 2, mogu se izračunati konačne jednačine za razvojne potencijale (potencijal sunca i vjetra). Kalkulacija se radi za svaki georeferencirani piksel iz ulazne mape (Slika 3.10, Slika 3.11). Kako je ranije pomenuto, ukupni razvojni potencijal (P) dobija vrijednost na intervalu od 0 do 1 gdje veća vrijednost znači veći OIE potencijal. Konačni rezultat su dvije mape razvojnih potencijala (sunca i vjetra). Da bi se ove mape lakše posmatrale, definisane su četiri kategorije nivoa potencijala (Slika 3.12, Slika 3.13 i Slika 3.14):

- Potencijal sunca
    - Veoma nizak potencijal – $P \leq 0.2$
    - Nizak potencijal – $0.2 < P \leq 0.4$
    - Srednji potencijal – $0.4 < P \leq 0.8$
    - Visok potencijal – $P > 0.8$
- Potencijal vjetra
    - Veoma nizak potencijal – $P \leq 0.2$
    - Nizak potencijal – $0.2 < P \leq 0.4$
    - Srednji potencijal – $0.4 < P \leq 0.7$
    - Visok potencijal – $P > 0.7$.

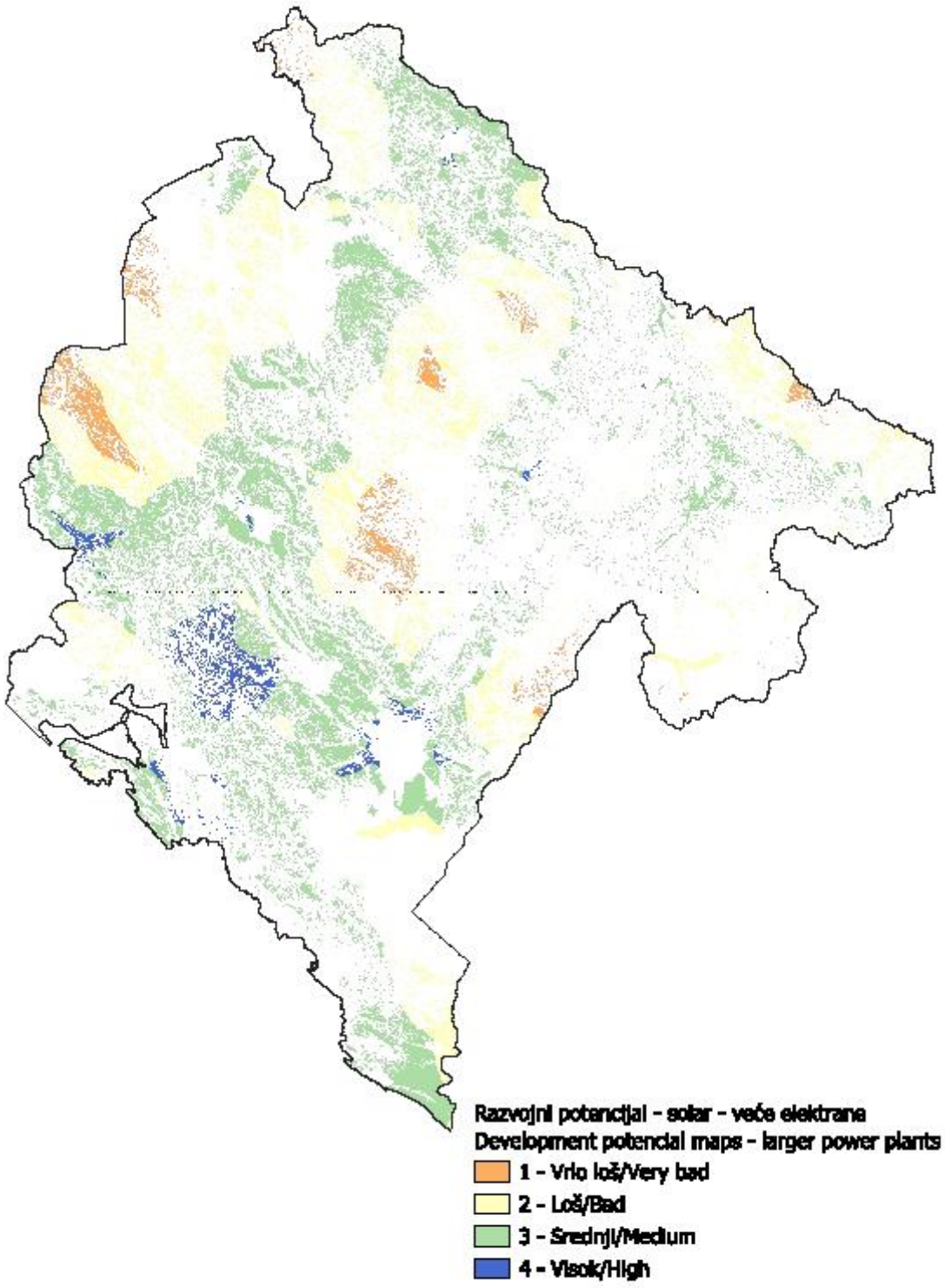
Granica za visoki razvojni potencijal u maloj se mjeri razlikuje za projekte sa sunčevom energijom i one sa energijom vjetra. Razlog za to jeste što potencijal vjetra karakteriše veća energetska proizvodnja za istu instaliranu snagu u poređenju sa potencijalom sunca. Stoga bi zahtjevniji uslovi za povezivanje na mrežu, koji bi bili prihvatljivi za projekte proizvodnje električne energije iz vjetra, bili manje izvodljivi za projekte proizvodnje električne energije od sunca.



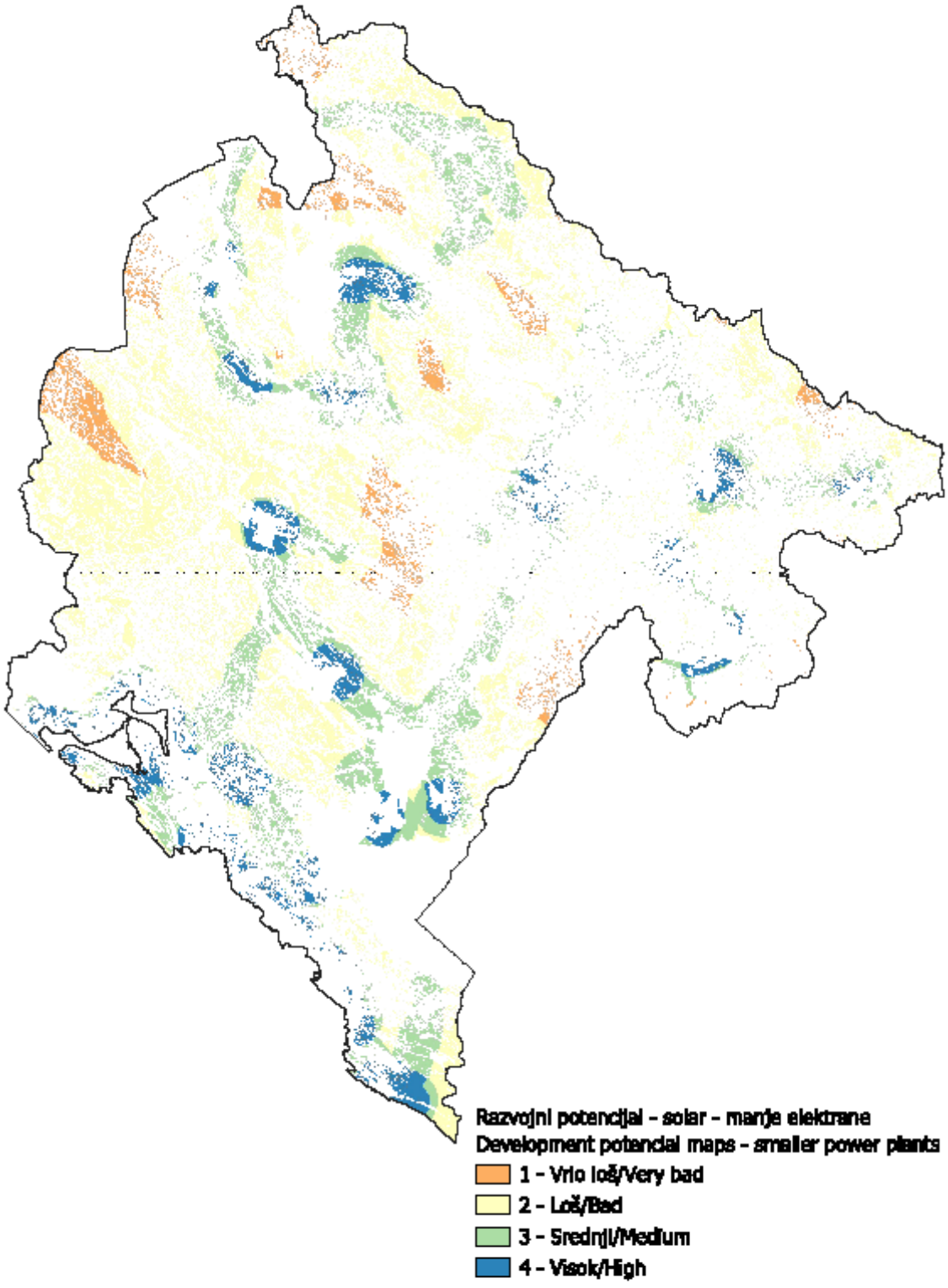
Slika 3.13 Mapa razvojnih potencijala nakon kombinovanja svih kriterijuma i mape sa isključenim područjima – razvojni potencijal vjetra



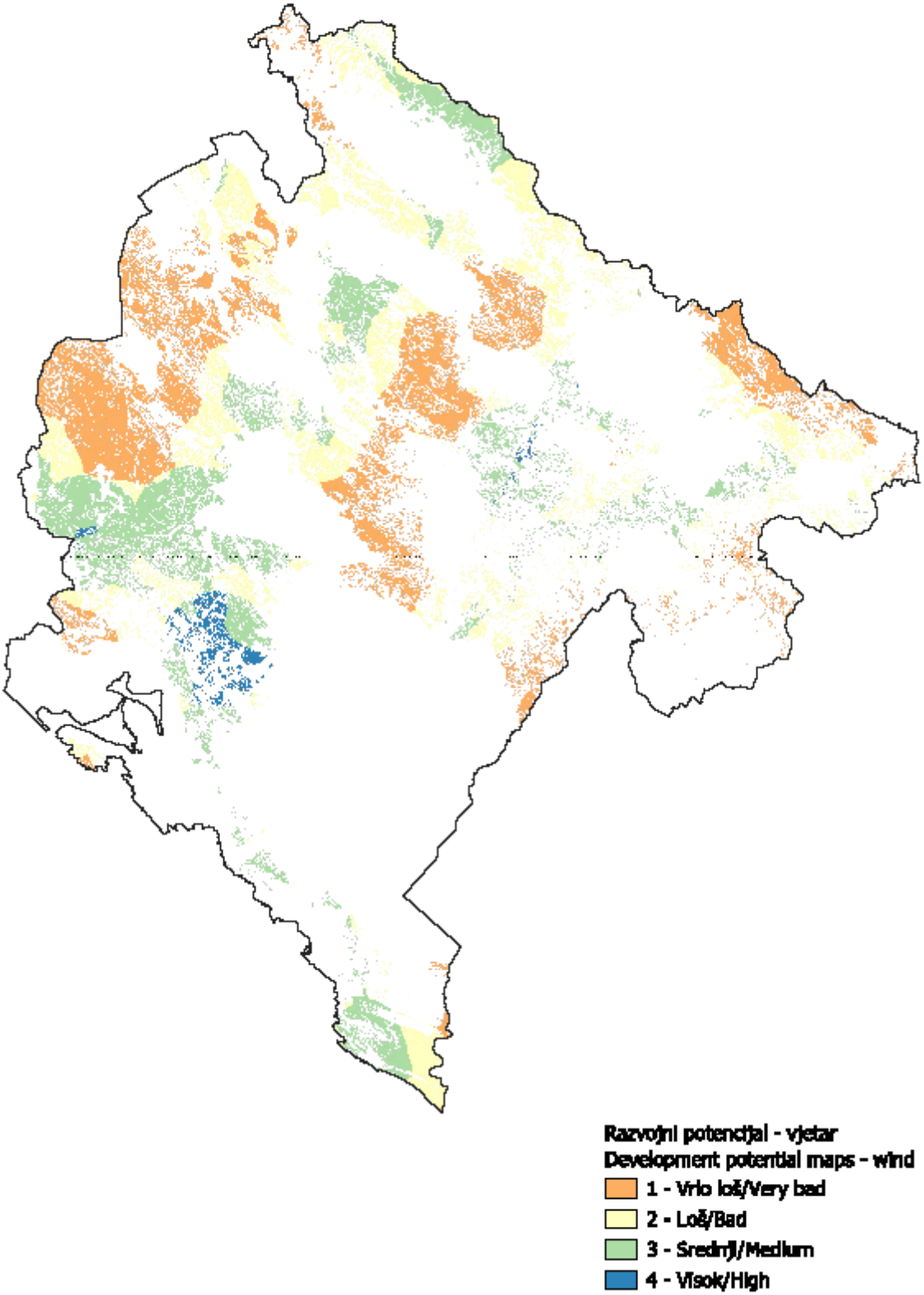
Slika 3.14 Mapa razvojnih potencijala nakon kombinovanja svih kriterijuma i mape sa isključenim područjima – razvojni potencijal sunca



Slika 3.15 Razvojni potencijal sunca – prenosna mreža



Slika 3.16 Razvojni potencijal sunca – distributivna mreža



Slika 3.17 Razvojni potencijal vjetra – prenosna mreža

3.3 Mape konflikata

Nakon analize i obrade dostupnih georeferenciranih podataka utvrđeni su sljedeći kriterijumi i pod-kriterijumi:

- Područja od ekološke vrijednosti
    - Zakonom zaštićena područja u trećoj zoni zaštite (Nacionalni parkovi, Parkovi prirode, Spomenici prirode)
    - Područja mreže *Emerald*
    - IBA i SPA
    - Močvare na Ramsarskoj listi
    - Predložena staništa Natura 2000 Tip A i B, i prioritetna staništa za EU Natura 2000
    - Područja predložena za zaštitu
    - Staništa od značaja za slijepe miševe
- Poljoprivredno zemljište
    - Obradivo zemljište
    - Livade
    - Pašnjaci
- Šume
    - Visoke šume
    - Vrste niskih šuma
    - Šikare
    - Goleti
- Naselja
    - Urbana i ruralna naselja u okviru područja planova specijalne namjene (morsko dobro i nacionalni parkovi)
    - Druga urbana i ruralna naselja
- Područja za turizam i rekreaciju
    - Skijališta
- Pejzaž – vrijedna područja
- Kulturno i istorijsko nasljeđe
    - Vjerski lokaliteti
    - Potencijalne lokacije kulturnog nasljeđa

Treba naglasiti da je za svaki od kriterijuma napravljena zasebna mapa koja pokazuje intenzitet konflikta vezanog za izgradnju solarnih i vjetroelektrana u odnosu na konkretni kriterijum. U suštini, to znači da svako jedinično područje na mapi ima kvantifikovani rezultat intenziteta konflikta u skladu sa prethodno pomenutom skalom za rangiranje (od 0 do 5).

3.3.1 Ocjena kriterijuma

Ocjena nivoa konflikta za svaki kriterijum vrši se nezavisno od drugih kriterijuma. Bodovanje je definisano na osnovu vrste dostupnih podataka, važnosti podataka i iskustava iz razvoja projekata obnovljive energije u Crnoj Gori, regionu i EU. Rezultati za nivo konflikta zasebno se pripisuju zonama na mapi za svaki kriterijum, pri čemu se koristi skala od 0 do 5. Zone se biraju korišćenjem dostupnih georeferenciranih podataka za svaki kriterijum i prikazane su kao poligoni. Na primjer, kada su bile dostupne informacije o područjima koja bi potencijalno

mogla biti zaštićena (u nekoj fazi postupka, ali bez konačne odluke), dodijeljen je najveći broj bodova za intenzitet konflikta. U područjima gdje takve informacije nisu bile dostupne, primijenjene su tampon zone, a svakoj je pripisan drugačiji nivo intenziteta konflikta.

Tabela 3.1 donosi pregled pristupa bodovanju za sve kriterijume. Sljedeći djelovi predstavljaju obrazloženje za izbor nivoa osjetljivosti za svaki kriterijum.

Područja ekološke vrijednosti

U ovom slučaju, bili su dostupni georeferencirani slojevi u formatu poligona (zone), od kojih su neki zakonom prepoznati kao osjetljivi, iako gradnja nije zabranjena. Neke od zona (Emerald, Natura) su u procesu dobijanja statusa zaštite.

Poljoprivredno zemljište

Nakon obrade svih dostupnih podataka, svi skupovi podataka grupisani su u tri kategorije: obradivo zemljište, livade i pašnjaci, i rangirani su kako je prikazano u Tabeli 3.1. Najveći intenzitet konflikta je pripisan obradivom zemljištu, za koje su podaci bili dostupni o oranicama, staklenicima, plastičnim tunelima, voćnjacima, vinogradima, maslinjacima i mješovitim plantažama.

Za oranice bi ugradnja solarnih elektrana dovela do značajnog gubitka ove vrste zemljišta i sjena koju bi napravila elekrana imala bi negativni uticaj na produktivnost. Vjetroelektrane bi takođe mogle da izmijene mikroklimatske uslove okolnih oranica. Sve u svemu, oranice se ocjenjuju kao visoko osjetljiva, naročito zbog fragmentacije parcela i njihovog malog udjela u ukupnom poljoprivrednom zemljištu. Promjene u mikroklimatskim uslovima takođe utiču i na druge vrste obradivog zemljišta. Uticaji solarnih elektrana na temperaturu i vlažnost vazduha očiti su u tome što utiču na stabilnost proizvodnje u staklenicima, vinogradima, maslinjacima i drugim plantažama, dok vjetroelektrane mogu da utiču na polinaciju i prinos.

Livade imaju i ekološku i ekonomsku funkciju. Sjena (od solarnih elektrana) može da smanji njihovu vrijednost za ispašu, zbog čega se ocjenjuju kao umjereno osjetljive. Potrebna je dodatna analiza, jer uslovi na terenu mogu da se razlikuju od katastarskih podataka. Uticaj vjetroelektrana može da se odrazi na promjene mikroklime i dostupnost livada. One se smatraju umjereno osjetljivima, i stvarni uticaj može da se ocijeni kroz studije na konkretnim lokacijama.

Zasjenjivanje (solarnim elektranama) pašnjaka može da smanji njihovu korisnost. Zbog velikih područja koja zauzimaju u ukupnoj strukturi poljoprivrednog zemljišta, pašnjaci se ocjenjuju kao područja niske osjetljivosti. Vjetroelektrane mogu da utiču na mikroklimu i dostupnost vode. Ocjenjuju se kao područja niske osjetljivosti.

Šume

Georeferencirani podaci za šume po klasama nisu u potpunosti dostupni u zvaničnoj prostorno-planskoj dokumentaciji Crne Gore. Pouzdani podaci po klasama šuma dostupni su samo za

ekonomski isplative šume. Da bi se pokrila cjelokupna teritorija Crne Gore, bilo je potrebno koristiti dodatne izvore podataka. Po preporukama nadležnog ministarstva, korišćeni su podaci dostupni na internetu iz Servisa za praćenje zemljišta *Copernicus*. Kombinovanjem ovih izvora podataka, dobijeni su georeferencirani podaci za više od 200 klasa za upravljanje šumama. Nakon analize svih podataka, izvršena je kategorizacija u cilju ocjene nivoa konflikta:

- Visoke šume
- Određene vrste izdanačkih šuma
- Određene vrste izdanačkih šuma i šikara
- Goleti
- Područja koja su u zvaničnim podacima prostorno prikazana kao šumsko zemljište, za koje ne postoje detaljnije informacije

Nivoi konflikta pripisani su navedenim kategorijama predstavljenim u Tabeli 3.1.

Naselja

U analizi osjetljivosti, uzeta je u obzir specifičnost sistema prostornog planiranja u Crnoj Gori, koji prepoznaje područja posebne namjene (područja nacionalnih parkova i teritoriju šest primorskih opština)[11]. Analiza je obuhvatila sva naselja, i urbana naselja za koja postoje zvanični georeferencirani podaci i ruralna naselja za koja nema dostupnih zvaničnih georeferenciranih podataka (za ove potonje su korišćeni OSM i Google mape). Izgrađena područja izvan naselja nisu uzeta u obzir. Zbog nedostatka podataka nisu uključena područja važna za tradicionalnu poljoprivredu (katuni).

Uzeti su u obzir potencijalni uticaji solarnih elektrana i vjetroelektrana na naselja – tj. na kvalitet života ljudi i na ekonomsku djelatnost, kao i na funkcionalnost i privlačnost područja za rekreaciju. Takođe su pregledane i dostupne informacije o uslovima za odstojanje koji se primjenjuju u zemljama EU i u sličnim studijama.

Predložene tampon zone su izdvojene u zavisnosti od vrste područja u kojem je smješteno naselje. Veće tampon zone su primijenjene u područjima posebne namjene zbog njihove veće osjetljivosti i potrebe da se sačuvaju njihove prirodne karakteristike, što čini osnov za generisanje prihoda i razvoj zajednice. Predložene tampon zone za naselja takođe su izdvojene, u zavisnosti od vrste OIE objekta (solarna i vjetroelektrana).

Udaljenosti koje su primijenjene u ovoj studiji su opšte prirode i namjera im je da usmjeravaju razvoj OIE ka najprikladnijim lokacijama. Tokom razvoja i izgradnje konkretnih projekata, manje ili veće zaštitne zone od preporučenih u studiji, mogu se odrediti kroz ocjenu uticaja na životnu sredinu, a u zavisnosti od konkretnih uslova.

Kada su definisane preporuke za primjenu različitih tampon zona, uzeti su u obzir ciljevi ruralnog razvoja i potreba da se očuvaju krajolici, naročito u područjima posebne namjene. Kada su određivane tampon zone, uzeti su u obzir neki od ulaznih podataka koji su prikupljeni

[11] Smatra se da su područja posebne namjene dijelovi teritorije koji imaju zajedničke prirodne, regionalne ili druge karakteristike i od posebnog su značaja za Crnu Goru; tim područjima potreban je poseban režim za organizaciju, planiranje, upotrebu i zaštitu.

tokom sastanaka kojima je obezbijeđivano učešće javnosti, a koji su održani u septembru 2025. godine u tri opštine (Nikšić, Cetinje i Pljevlja) (v. Prilog 5.2 o upotrebi PPGIS alat i raspravi o stavovima građana prema razvoju OIE).

Tampon zone, tj.bodovi za osjetljivost, koji su primijenjeni na naselja u ovoj studiji, određeni su tako što su uzeti u obzir mogući negativni uticaji projekata solarnih i vjetroelektrana, kao i komparativna iskustva predstavljena u Tabeli 3.3.

Najznačajniji negativni uticaji vjetroelektrana na stambena područja (kada se uzmu u obzir ljudsko zdravlje, kvalitet života i nesmetano obavljanje ekonomskih aktivnosti od kojih zavise lokalne zajednice) su buka, vizuelni efekti (izmene krajolika) i "treperenje sjena" (engl. *shadow flicker*) koji izaziva rotacija turbina. Kod solarnih elektrana, najznačajniji negativni uticaji na naselja uključuju gubitak zemljišta, degradaciju staništa, vizuelne efekte (izmjene pejzaža) i potencijalne promjene mikroklime (stvaranje toplotnih ostrva).

Tabela 3.3 Različita iskustva sa određivanjem uslova odmaka za OIE projekte

Prema studiji Zajedničkog istraživačkog centra (engl. *Joint Research Centre* – JRC)[12], većina država članica EU primijenila je distancu za odmak od 500-1000 m za velike vjetro-turbine, sa varijacijama između regiona. Izuzeci uključuju Belgiju (Valonija) i Holandiju, sa odmakom od 400 m, i Austriju, Njemačku i Poljsku, gdje je odmak oko 1,2 km u nekim regionima. U nekim dijelovima Austrije, velike vjetro-turbine nisu uopšte dozvoljene. U Škotskoj je primijenjen odmak od 2 km. U studiji iz 2024. godine "Proizvodnja energije iz obnovljivih izvora i potencijal u ruralnim područjima EU"[13], za sva stambena područja primijenjena je jedinstvena tampon zona od 700 m. U TNC studiji za Zadarsku županiju, osjetljivost naselja (uključujući i područja određena za gradnju van naselja) na OIE razvoj, analizirana je kao dodatna komponenta studije. Korišćeno je šest kategorija osjetljivosti sa odgovarajućim odmacima. Za solarne elektrane, osjetljivost 6 i 5 (najveća osjetljivost) dodijeljena je samim naseljima i okolnoj zoni od 100 m, dok je osjetljivost na nivou 1 (najmanja osjetljivost) dodijeljena područjima koja su 100 m i više udaljena od naselja. Za vjetroelektrane, rezultat 6 je dodijeljen samim naseljima i zoni od 500 m u okolini naselja, dok je najmanja osjetljivost (rezultat 1) dodijeljena za udaljenosti od 2,5 km ili više od naselja.

Rezultati za osjetljivost i tampon zone za naselja predstavljeni su u Tabeli 3.4.

[12] Dalla Longa, F., Kober, T., Badger, J., Volker, P., Hoyer-Klick, C., Hidalgo, I., Medarac, H., Nijs, W., Politis, S., Tarvydas, D. and Zucker, A., Wind potentials for EU and neighbouring countries*:* Input datasets for the JRC-EU-TIMES Model, EUR 29083 EN, Publications Office of the European Union, Luxembourg, 2018

[13] Studija je identifikovala područja prikladna za razvoj OIE u ruralnim regionima na osnovu širokog skupa faktora kao što su korišćenje zemljišta, životna sredina, poljoprivreda, topografija, dostupnost i klimatski uslovi. Zaštićena područja prirode, i zone važne za biodiverzitet, šume i vodena tijela (osim onih pogodnih za plutajuće fotonaponske instalacije) bila su isključena. Korišćenje poljoprivrednog zemljišta za proizvodnju energije bilo je podložno strogim ograničenjima. Nadalje, tampon zone su primijenjene oko infrastrukture (500 m) i naselja (700 m) da bi se na najmanju moguću mjeru svele smetnje i pojava koja je poznata kao NIMBY (engl. "not in my back yard" – ne u mom dvorištu) koja označava potencijalno protivljenje lokalnih zajednica novim projektima OIE i njihovom uticaju.

Područja za turizam i rekreaciju

Za ovaj kriterijum uzeta su u obzir samo skijališta jer nisu bili dostupni drugi georeferencirani podaci. Kada su određivane tampon zone i nivoi osjetljivosti, korišćena su iskustva iz regiona i EU.

Područja pejzažnih vrijednosti

Pošto nije bila na raspolaganju nikakva zvanična prostorno-planska dokumentacija koja jasno definiše područja pejzažne vrijednosti, a s obzirom na to da je ovaj kriterijum identifikovan kao važna vrijednost koju treba uzimati u obzir kada se ocjenjuje intenzitet konflikta, bilo je potrebno definisati pristup za identifikovanje ovih vrijednosti. U tom smislu, korišćeni su rezultati naučne studije[14]. Detaljni algoritam je dat u samoj studiji, a ovdje su naglašena tri osnovna koraka:

- Podaci iz društvenih medija, uključujući metapodatke ispitani su korišćenjem *Flickr API* za određene koordinate organizovane u obliku dijamanta preko kontinentalnog dijela Crne Gore, svaki u okviru radijusa od 5 km. Snimci sa *Flickr* su filtrirani korišćenjem višejezičnog sistema ključnih riječi (crnogorski, srpski, hrvatski, portugalski, engleski, španski, njemački, italijanski) da bi se obuhvatio relevantni sadržaj. Da bi se smanjila pristrasnost, zadržan je samo po jedan snimak po korisniku po ćeliji od 1 km². Podaci koji su bili rezultat ove aktivnosti klasifikovani su u kategorije vrijednosti pejzaža (mala, srednja i velika) korišćenjem klasifikacije glava/rep prekidi (engl. *head/tail breaks*).
- Ćelije sa srednjom i velikom pejzažnom vrijednošću konvertovane su u tačke posmatranja, koje predstavljaju lokacije kulturološog ili estetskog značaja.
- Digitalni model površine (DSM) korišćen je da se primijeni algoritam vidnog polja. Uzeta su u obzir dva praga udaljenosti: 3 km (visoka osjetljivost) i 10 km (niska osjetljivost). Kompozitne nacionalne mape vidljivosti generisane su i maskirane korišćenjem HMI (engl. *Human Modification Index*) da bi se eliminisala visoko modifikovana područja (HMI > 0.4).

Izvršena je detaljna analiza i usvojena je ocjena koja je detaljno prikazana u Tabeli 3.4.

Kulturno i istorijsko nasljeđe

Dostupni georeferencirani podaci su bili bazirani na tačkama, tako da je oko njih usvojena jedna tampon zona visoke osjetljivosti, dok je za nekoliko potencijalnih područja od kulturnog i istorijskog značaja (koji su trenutno u razmatranju da zvanično dobiju taj status), predložen rang umjerene osjetljivosti.

[14] B.T. van Zanten, D.B. Van Berkel, R.K. Meentemeyer, J.W. Smith, K.F. Tieskens, & P.H. Verburg, Continental-scale quantification of landscape values using social media data, Proc. Natl. Acad. Sci. U.S.A. 113 (46) 12974-12979, https://doi.org/10.1073/pnas.1614158113 (2016).

Tabel 3.4 Ocjena konfliktnog intenziteta solarnih elektrana i vjetroelektrana u odnosu na odabrane kriterijume

Kriterijum	Relevantnost	Osjetljivost (5 – visoki konflikt, 1 – niski konflikt, 0 – bez konflikta)					
		(5)	(4)	(3)	(2)	(1)	(0)
Područja ekološke vrijednosti	Solarne i vjetro-elektrane	Zakonom zaštićena područja u trećoj zoni zaštite (Nacionalni parkovi), Emerald, IBA, Ramsar, predložena staništa Natura 2000 Tipa A i Natura 2000 prioritetna staništa za EU	-	Zakonom zaštićena područja u trećoj zoni zaštite (parkovi prirode, spomenici prirode, itd.), područja predložena za zaštitu, i predložena staništa Natura 200 tipa B	-	-	Van područja ekološke vrijednosti
Staništa važna za slijepe miševe	Solarne elektrane	500 m oko staništa: ● Rhinolophus hipposideros ● Rhinolophus ferrumequinum ● Rhinolophus Euryale ● Myotis emarginatus ● Barbastella barbastellus.	-	500 m oko staništa (ostale vrste)	-	-	Područja van staništa važnih za slijepe miševe
	Vjetro-elektrane	500 m oko staništa: ● Nyctalus noctula ● Nyctalus leisleri ● Tadarida teniotis		500 m oko staništa (ostale vrste)			

Kriterijum	Relevantnost	Osjetljivost (5 – visoki konflikt, 1 – niski konflikt, 0 – bez konflikta)					
		(5)	(4)	(3)	(2)	(1)	(0)
		• Miniopterus schreibersii • Pipistrellus kuhlii • Pipistrellus nathusii • Hypsugo savii • Eptesicus serotinus (Cnaepheus serotinus) • Barbastella barbastellus.					
Kulturno-istorijska dobra	Solarne i vjetro-elektrane	250 m oko kulturno-istorijskih dobara; zone visokog rizika u Boko-kotorskom zalivu	-	Potecijalne zone od kulturnog značaja; Zone srednjeg rizika u Boko-kotorskom zalivu	-	-	Područja van kulturno-istorijskih zona
Udaljenost od naselja (urbanih i ruralnih) u područjima posebne namjene	Solarne elektrane	< 300 m	-	300 - 1000 m	-	-	> 1000 m
	Vjetro-elektrane	< 500 m	-	500 - 1500 m	-	-	> 1500 m
Udaljenost od naselja (urbanih i ruralnih) van područja posebne namjene	Solarne elektrane	< 250 m	-	250 - 500 m	-	-	> 500 m
	Vjetro-elektrane	< 300 m	-	300 - 700 m	-	-	> 700 m

Kriterijum	Relevantnost	Osjetljivost (5 – visoki konflikt, 1 – niski konflikt, 0 – bez konflikta)					
		(5)	(4)	(3)	(2)	(1)	(0)
Udaljenost od turističko-rekreativnih područja (skijališta)	Solarne i vjetro-elektrane	< 300 m	-	300 - 700 m	-	-	> 700 m
Poljoprivredno zemljište	Solarne i vjetro-elektrane	Obradivo zemljište	-	Livade	-	Pašnjaci	Van poljoprivrednog zemljišta
Šume i šumsko zemljište	Solarne i vjetro-elektrane	**Visoke šume** (Tabela 3.4) **CLC2023 za kategorije 2, 3 and 4** 2: drvenasto drveće sa igličastim listovima 3: Drvenasto listopadno drveće širokih listova 4: Drvenasto zimzeleno drveće širokih listova		**Specifične izdanačke šume** (Tabela 3.4) **CLC2023 za kategorije 5 i 6** 5: Niske drvenaste biljke 6: Trajne travolike biljke	**Specifične izdanačke šume i šikara** (Tabela 3.4) **CLC2023 za kategoriju 7** 7: Periodične travolike biljke	**Goleti** (Tabela 3.4) Nedefinisani poligoni u .shp dokumentu (šumska područja bez podataka) **CLC2023 za kategoriju 9** 9: Bez vegetacije i sa slabom vegetacijom	**Van šumskog zemljišta** **CLC2023 za kategorije 1,10,253, 254,255** 1: zapečaćeno 10: voda 253: Obalna tampon zona na moru 254: Vanjsko područje 255: Nema podataka
Područja velike pejzažne vrijednosti (11 ili više fotografija pejzaža u okviru ćelije od 1km)	Solarne i vjetro-elektrane	Područja sa značajnim potencijalom za vizuelni uticaj (vidljive lokacije u okviru 3 km) oko lokacija visoke		Područja sa nižim potencijalom za vizuelni uticaj (vidljive lokacije u okviru 3- 10 km) oko lokacija visoke pejzažne	-	-	Područja gdje nema očekivanog vizualnog uticaja (vidljive lokacije u području preko 10 km) oko lokacija velike pejzažne

Kriterijum	Relevantnost	Osjetljivost (5 – visoki konflikt, 1 – niski konflikt, 0 – bez konflikta)					
		(5)	(4)	(3)	(2)	(1)	(0)
		pejzažne vrijednosti (11 ili više fotografija pejzaža u okviru ćelije od 1 km)		vrijednosti (11 ili više fotografija pejzaža u okviru ćelije od 1 km)			vrijednosti (11ili više fotografija pejzaža u okviru ćelije od 1 km)
Područja umjerene pejzažne vrijednosti (4-10 fotografija pejzaža u okviru ćelije od 1 km)	Solarne i vjetro-elektrane	-		Područja sa značajnim potencijalom za vizuelni uticaj (vidljive lokacije u okviru 3 km) oko lokacija umjerene pejzažne vrijednosti (4-10 fotografija pejzaža u okviru ćelije od 1 km)	-	Područja sa nižim potencijalom za vizuelni uticaj (vidljive lokacije u okviru 3 - 10 km) oko lokacija umjerene pejzažne vrijednosti (4-10 fotografija pejzaža u okviru ćelije od 1 km)	Područja gdje nema očekivanog vizualnog uticaja (vidljive lokacije u području preko 10 km) oko lokacija umjerene pejzažne vrijednosti (4-10 fotografija pejzaža u okviru ćelije od 1 km)

Tabela 3.5 Klase za upravljanje šumama – rangiranje osjetljivosti

Šifra	Klasa za upravljanje	Vrijednost
101	šume bukve na boljim staništima	5
102	šume bukve na lošijim staništima	5
103	Šume jele, smrče i bukve na boljim staništima	5
104	Šume jele, smrče i bukve na lošijim staništima	5
105	Šume jele i smrče na boljim staništima	5
106	Šume jele i smrče na lošijim staništima	5
107	šume jele i bukve na boljim staništima	5
108	šume jele i bukve na lošijim staništima	5
121	šume jele, smrče i bukve na boljim staništima	5
122	šume jele, smrče i bukve na lošijim staništima	5
123	šume jele i bukve na boljim staništima	5
124	šume jele i bukve na lošijim staništima	5
131	visoke šume bukve srednjih i nižih regiona na boljim staništima	5
132	visoke šume bukve srednjih i nižih regiona na lošijim staništima	5
133	visoke šume bukve viših regiona na boljim staništima	5
134	visoke šume bukve viših regiona na lošijim stani{tima	5
135	visoke šume bukve visokih regiona na boljim staništima	5
136	visoke šume bukve visokih regiona na lošijim staništima	5
141	šume crnog bora na boljim staništima	5
142	šume crnog bora na lošijim staništima	5
143	šume crnog bora i smrče	5
151	šume bijelog bora na boljim staništima	5
152	šume bijelog bora na lošijim staništima	5
153	šume bijelog bora i smrče	5
161	šume munike	5
162	šume munike i smrče	5
171	šume molike	5
172	šume molike i smrče	5
181	šume jele i smrče nižih i srednjih regiona	5
182	šume jele i smrče viših regiona	5
191	šume smrče nižih i srednjih regiona	5
192	šume smrče viših regiona	5
193	šume smrče visokih regiona	5
201	visoke šume kitnjaka na boljim staništima	5
202	visoke šume kitnjaka na lošijim staništima	5
203	visoke šume kitnjaka i cera na boljim staništima	5
204	visoke šume kitnjaka i cera na lošijim staništima	5
205	visoke šume kitnjaka i graba na boljim staništima	5
206	visoke šume kitnjaka i graba na lošijim staništima	5
211	visoke šume cera na boljim staništima	5
212	visoke šume cera na lošijim staništima	5
221	visoke šume medunca	5
222	visoke šume lužnjaka	5
231	visoke šume hrasta crnike	5

Šifra	Klasa za upravljanje	Vrijednost
232	visoke šume makedonskog hrasta	5
241	visoke šume graba	5
251	visoke šume bukve na boljim staništima	5
252	visoke šume bukve na lošijim staništima	5
253	visoke šume graba na boljim staništima	5
254	visoke šume graba na lošijim staništima	5
261	visoke šume crnog graba	5
262	visoke šume crnog jasena	5
263	visoke šume crnog graba i crnog jasena	5
271	visoke šume pitomog kestena	5
281	visoke šume jove	5
282	visoke šume breze	5
283	visoke šume vrbe	5
301	visoke šume bukve srednjih i nižih regiona na boljim staništima	5
302	visoke šume bukve srednjih i nižih regiona na lošijim staništima	5
303	visoke šume bukve viših regiona na boljim staništima	5
304	visoke šume bukve viših regiona na lošijim stani{tima	5
305	visoke šume bukve visokih regiona na boljim staništima	5
306	visoke šume bukve visokih regiona na lošijim staništima	5
401	visoke degradirane šume bukve	5
402	visoke degradirane šuma bukve i jele	5
403	visoke degradirane šume cera	5
411	visoke degradirane šume crnog bora	5
421	visoke degradirane šume bijelog bora	5
431	visoke degradirane šume munike	5
441	visoke degradirane šume molike	5
451	visoke degradirane šume bukve, jele i smrče	5
452	visoke degradirane šume jele i smrče	5
461	visoke degradirane šume smrče	5
511	kulture crnog bora na borovom staništu	5
512	kulture crnog bora na boljim staništima	5
521	kulture bijelog bora na borovom staništu	5
522	kulture bijelog bora na boljim staništima	5
531	kulture alepskog bora	5
532	kulture primorskog bora	5
533	kulture čempresa	5
541	kulture borovca	5
542	kulture duglazije	5
543	kulture ariša	5
544	kulture ostalih četinara	5
561	kulture smrče	5
571	kulture plemenitih lišćra	5
572	kulture hrastova	5
573	kulture ostalih lšćara	5
601	izdanačke šume kitnjaka na boljim staništima	3

Šifra	Klasa za upravljanje	Vrijednost
602	izdanačke šume kitnjaka na lošijim staništima	2
603	izdanačke šume kitnjaka i cera na boljim staništima	3
604	izdanačke šume kitnjaka i cera na lošijim staništima	2
605	izdanačke šume kitnjaka i graba	2
611	izdanačke šume cera na boljim staništima	3
612	izdanačke šume cera na lošijim staništima	2
613	izdanačke šume cera i graba	2
621	izdanačke šume hrasta medunca	2
631	izdanačke šume hrasta crnike	2
632	izdanačke šume makedonskog hrasta	2
641	izdanačke šume graba	2
651	izdanačke šume bukve na boljim staništima	3
652	izdanačke šume bukve na lošijim staništima	2
653	izdanačke šume bukve i heliofita na boljim staništima	3
654	izdanačke šume bukve i heliofita na lošijim staništima	2
655	izdanačke šume bukve i graba na boljim staništima	3
656	izdanačke šume bukve i graba na lošijim staništima	2
661	izdanačke šume crnog graba	2
662	izdanačke šume crnog jasena	2
663	izdanačke šume crnog graba i crnog jasena	2
664	izdanačke šume bjelograbića	2
665	izdanačke šume bjelograbića i crnog jasena	2
671	izdanačke šume pitomog kestena	2
701	izdanačke degradirane šume kitnjaka na boljim staništima	3
702	izdanačke degradirane šume kitnjaka na lošijim staništima	2
703	izdanačke degradirane šume kitnjaka i cera na boljim staništima	3
704	izdanačke degradirane šume kitnjaka i cera na lošijim staništima	2
705	izdanačke degradirane šume kitnja i graba	2
711	izdanačke degradirane šume cera na boljim staništima	3
712	izdanačke degradirane šume cera na lošijim staništima	2
713	izdanačke degradirane šume cera i graba	2
721	izdanačke degradirane šume hrasta medunca	2
731	izdanačke degradirane šume hrasta crnike	2
732	izdanačke degradirane šume makedonskog hrasta	2
741	izdanačke degradirane šume graba	2
751	izdanačke degradirane šume bukve na boljim staništima	3
752	izdanačke degradirane šume bukve na lošijim staništima	2
753	izdanačke degradirane šume bukve i heliofita na boljim staništima	3
754	izdanačke degradirane šume bukve i heliofita na lošijim staništima	2
755	izdanačke degradirane šume bukve i graba na boljim staništima	3
756	izdanačke degradirane šume bukve i graba na lošijim staništima	2
761	izdanačke degradirane šume crnog graba	2
762	izdanačke degradirane šume crnog jasena	2
763	izdanačke degradirane šume crnog graba i crnog jasena	2
764	izdanačke degradirane šume bijelograbića	2

Šifra	Klasa za upravljanje	Vrijednost
765	izdanačke degradirane šume bjelograbića i crnog jasena	2
771	izdanačke degradirne šume pitomog kestena	2
801	šikare kitnjaka	2
802	šikare cera	2
803	šikare kitnjaka i cera	2
804	šikare ostalih hrastova	2
805	šikare bukve	2
806	šikare bukve i ostalih sciofita	2
807	barske šikare	2
851	makija crnike	2
971	šibljaci bjelograbića	5
972	šibljaci crnog graba	5
973	šibljaci crnog jasena	5
974	šibljaci crnog graba i crnog jasena	5
975	šibljaci lijeske	5
976	šibljaci divljeg nara	5
977	šibljaci drače	5
978	šibljaci kleke	5

3.3.2 Kombinovanje kriterijuma u individualnu mapu

Nakon pojedinačne ocjene intenziteta konflikta za sve kriterijume, potrebno je odrediti ukupni uticaj svih kriterijuma kombinovano. Pošto pomenuti kriterijumi nemaju svi isti nivo važnosti u odnosu jedni na druge, potrebno je ocijeniti njihovu težinu. To je urađeno kroz sastanke sa stučnjacima u ovoj oblasti (državnim institucijama, relevantnim ministarstvima, lokalnim referentnim stručnjacima, itd) i kroz upitnik.

Algoritam za ocjenu razvojnog potencijala može se predstaviti sljedećom jednačinom:

$$P = w_1 \times EV_n + w_2 \times AL_n + w_3 \times FL_n + w_4 \times S_n + w_5 \times TR_n + w_6 \times LV_n + w_7 \times CH_n$$

Gdje je,

P – kvantifikacija ukupnog intenziteta konflikta za razvojni potencijal OIE

EV_n – Intenzitet konflikta područja ekološke vrijednosti normalizovan maksimalnom vrijednošću (vrijednosti u intervalu od 0 do 1)

AL_n – Intenzitet konflikta poljoprivrednog zemljišta normalizovan maksimalnom vrijednošću (vrijednosti u intervalu od 0 do 1)

FL_n – Intenzitet konflikta šuma i šumskog zemljišta normalizovan maksimalnom vrijednošću (vrijednosti u intervalu od 0 do 1)

S_n – Intenzitet konflikta naselja normalizovan maksimalnom vrijednošću (vrijednosti u intervalu od 0 do 1)

TR_n – Intenzitet konflikta područja za turizam i rekreaciju normalizovan maksimalnom vrijednošću (vrijednosti u intervalu od 0 do 1)

LV_n – Intenzitet konflikta pejzažne vrijednosti normalizovan maksimalnom vrijednošću (vrijednosti u intervalu od 0 do 1)

CH_n – Intenzitet konflikta kulturno-istorijskih dobara normalizovan maksimalnom vrijednošću (vrijednosti u intervalu od 0 do 1)

w_i – faktori ponderisanja za sve kriterijume (Tabela 3.4).

Tabela 3.6 Kriterijumi za ponderisanje

Faktor ponderisanja	Opis	Vrijednost	
		Sunce	Vjetar
w_1	Područja ekološke vrijednosti	0,23642	0,20875
w_2	Poljoprivredno zemljište	0,14794	0,14852
w_3	Šume i šumsko zemljište	0,16286	0,16169
w_4	Naselja	0,10082	0,12421
w_5	Područja za turizam i rekreaciju	0,09375	0,10445
w_6	Područja sa pejzažnom vrijednošću	0,11120	0,11302
w_7	Kulturno-istorijska dobra	0,14702	0,13936

Rezultat dobijen nakon što se gore data formula primijeni jeste jedna mapa koja obuhvata sve analizirane kriterijume i daje informacije o ukupnom intenzitetu konflikta vezanom za izgradnju solarnih i vjetroelektrana u odnosu na ove kriterijume. Da bi se poboljšala jasnoća mape i da bi se olakšala njena upotreba, ta mapa sa finalnim rezultatima za intenzitet konflikta reklasifikuje se određivanjem tri nivoa intenziteta konflikta:

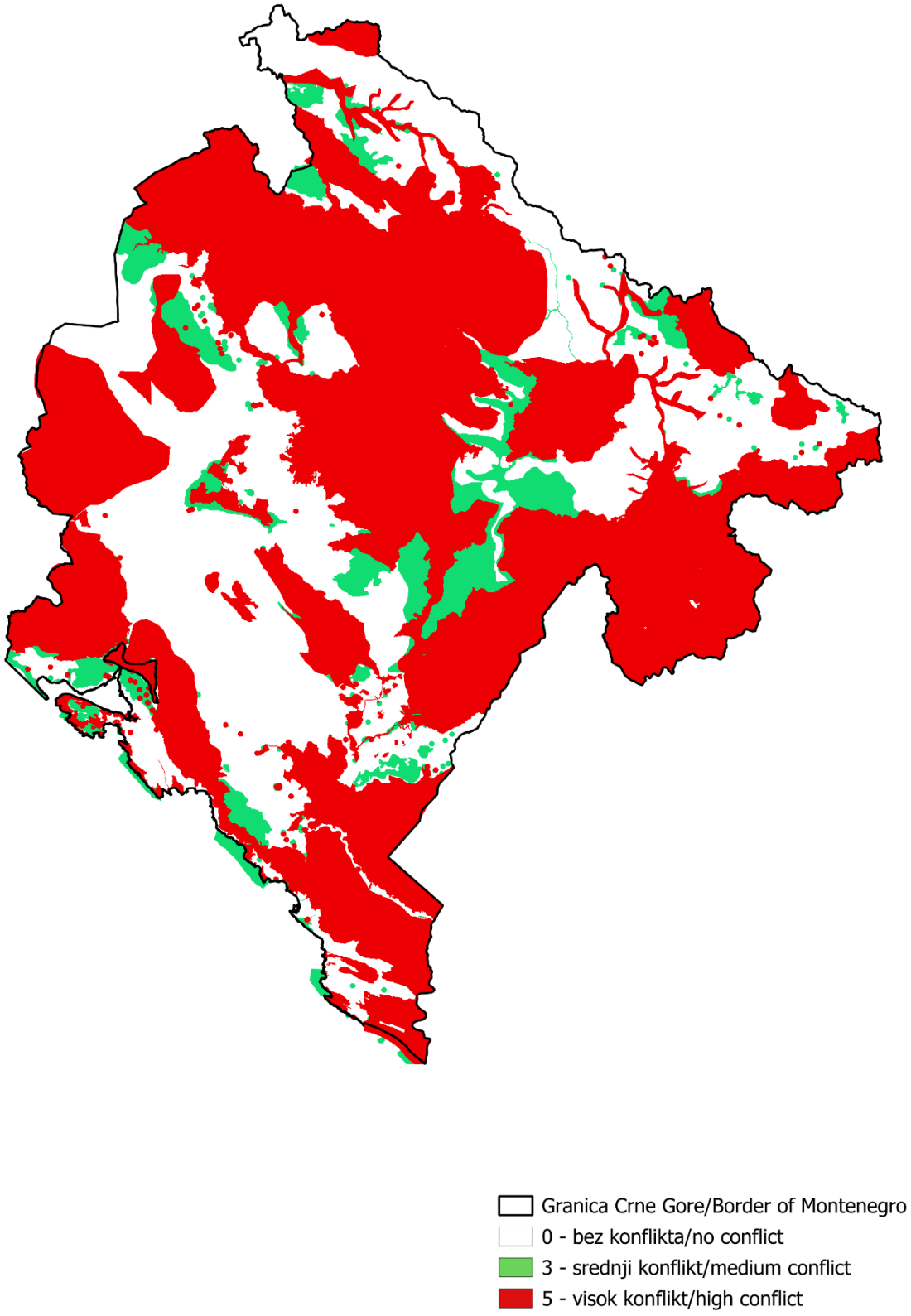
- Niski konflikt – *P* vrijednosti ispod 30% maksimalne vrijednosti;
- Srednji konflikt – *P* vrijednosti između 30% i 50% maksimalne vrijednosti;
- Visoki konflikt – *P* vrijednosti iznad 50% maksimalne vrijednosti.

Nakon ove reklasifikacije, postaje moguće identifikovati zone sa niskim intenzitetom konflikta. Te zone se zatim upoređuju sa prethodno generisanim mapama razvojnih potencijala da bi se odabrale optimalne lokacije za razvoj solarnih i vjetroelektrana.

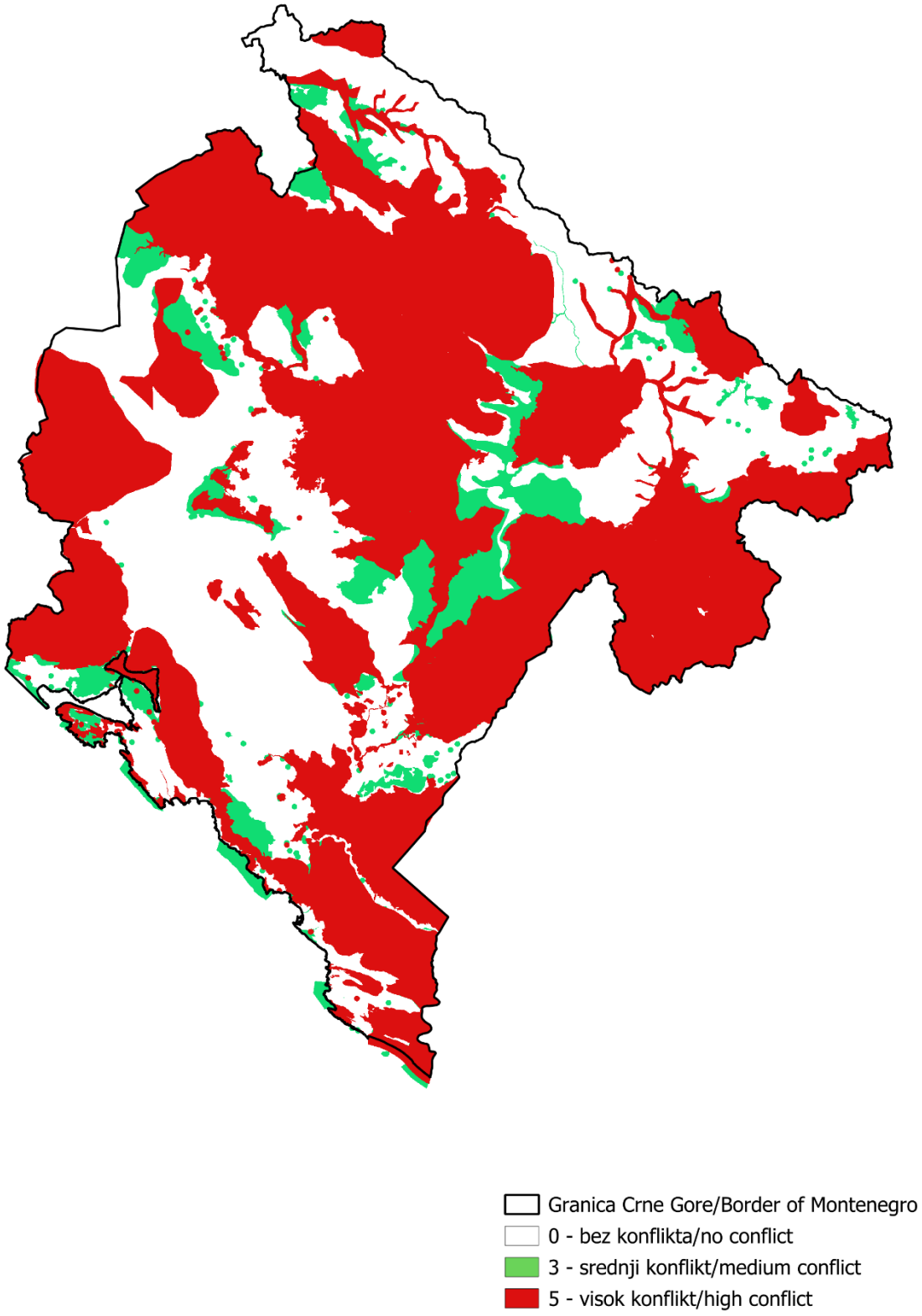
3.4 Rezultujuće mape konflikata

Rezultati su pripremljeni u formi georeferenciranih mapa korišćenjem QGIS-a. Sljedeće slike predstavljaju svaki korak metodoogije, čime se ilustruje njena primjena na primjeru Crne Gore.

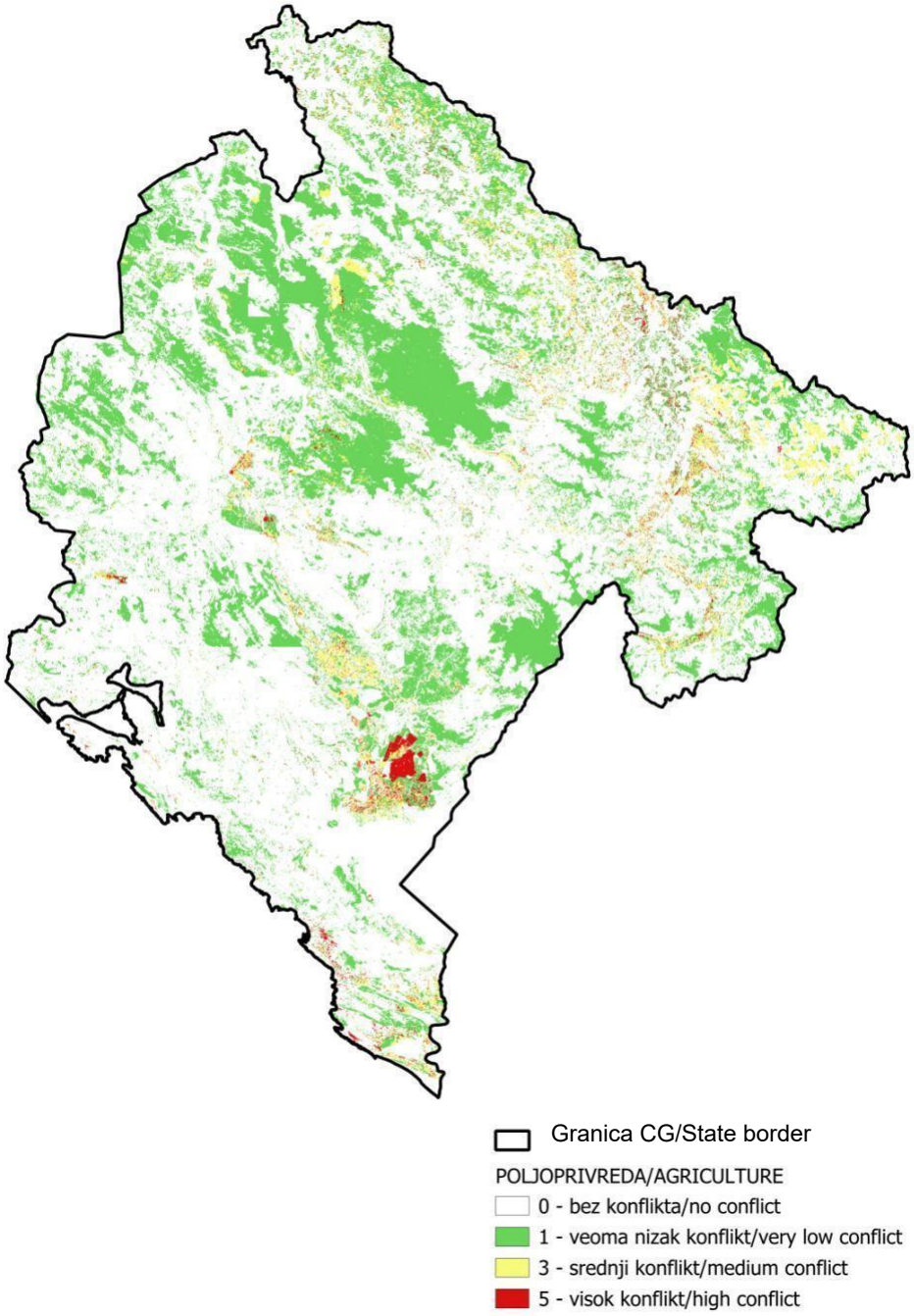
- Korak 1 – Kriterijumi su odabrani kako je navedeno u prethodnom poglavlju
- Korak 2 – Ocjena intenziteta konflikta po kriterijumima (Tabela 3.4)
    - Područja ekološke vrijednosti za izvore sunca i vjetra (Slika 3.18, Slika 3.19)
    - Poljoprivredno zemljište (Slika 3.20)
    - Šume (Slika 3.21)
    - Naselja (Slika 3.22, Slika 3.23)
    - Područja za turizam i rekreaciju (Slika 3.24)
    - Pejzažno vrijedna područja (Slika 3.25)
    - Kulturno i istorijsko nasljeđe (Slika 3.26)
- Korak 3 – Određivanje ukupnog uticaja svih kriterijuma kombinovano i reklasifikacija da bi se dobile mape konflikta intenziteta za solarne i vjetroelektrane u odnosu na sve odabrane kriterijume (Slika 3.13, Slika 3.14).



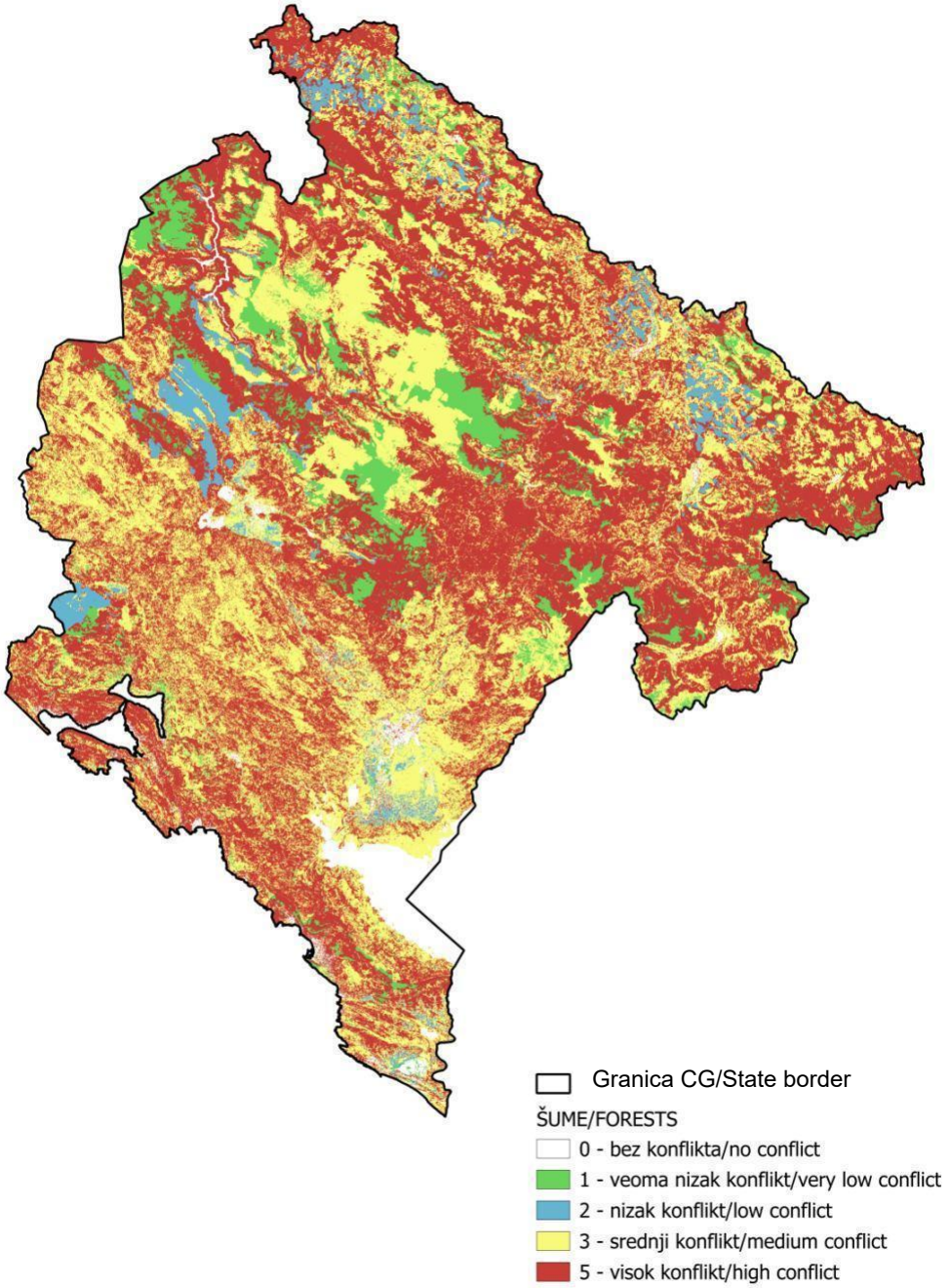
Slika 3.18 Mapa nakon ocjene kriterijuma – Područja ekološke vrijednosti (solarne elektrane)



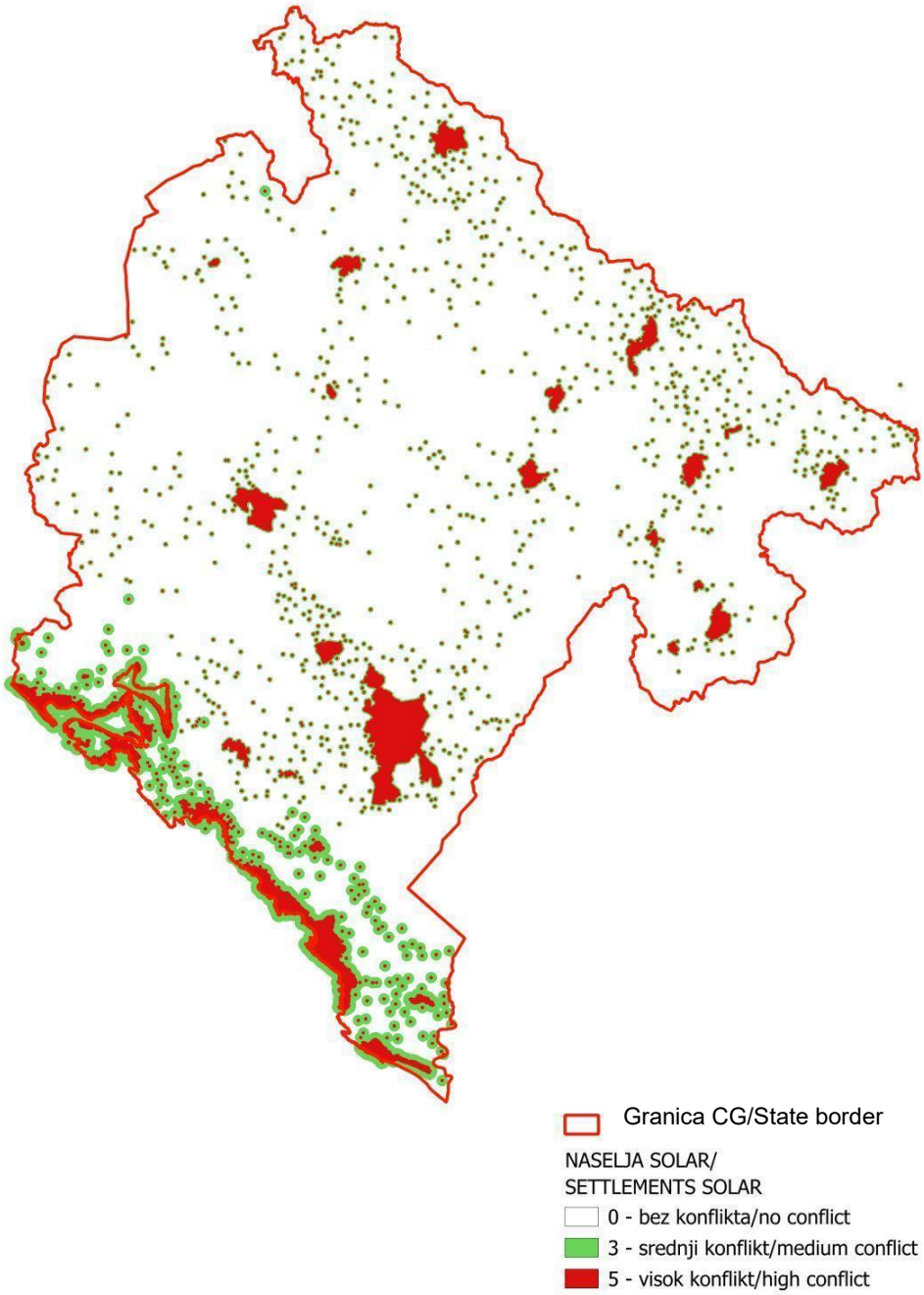
Slika 3.19 Mapa nakon ocjene kriterijuma – Područja ekološke vrijednosti (vjetroelektrane)



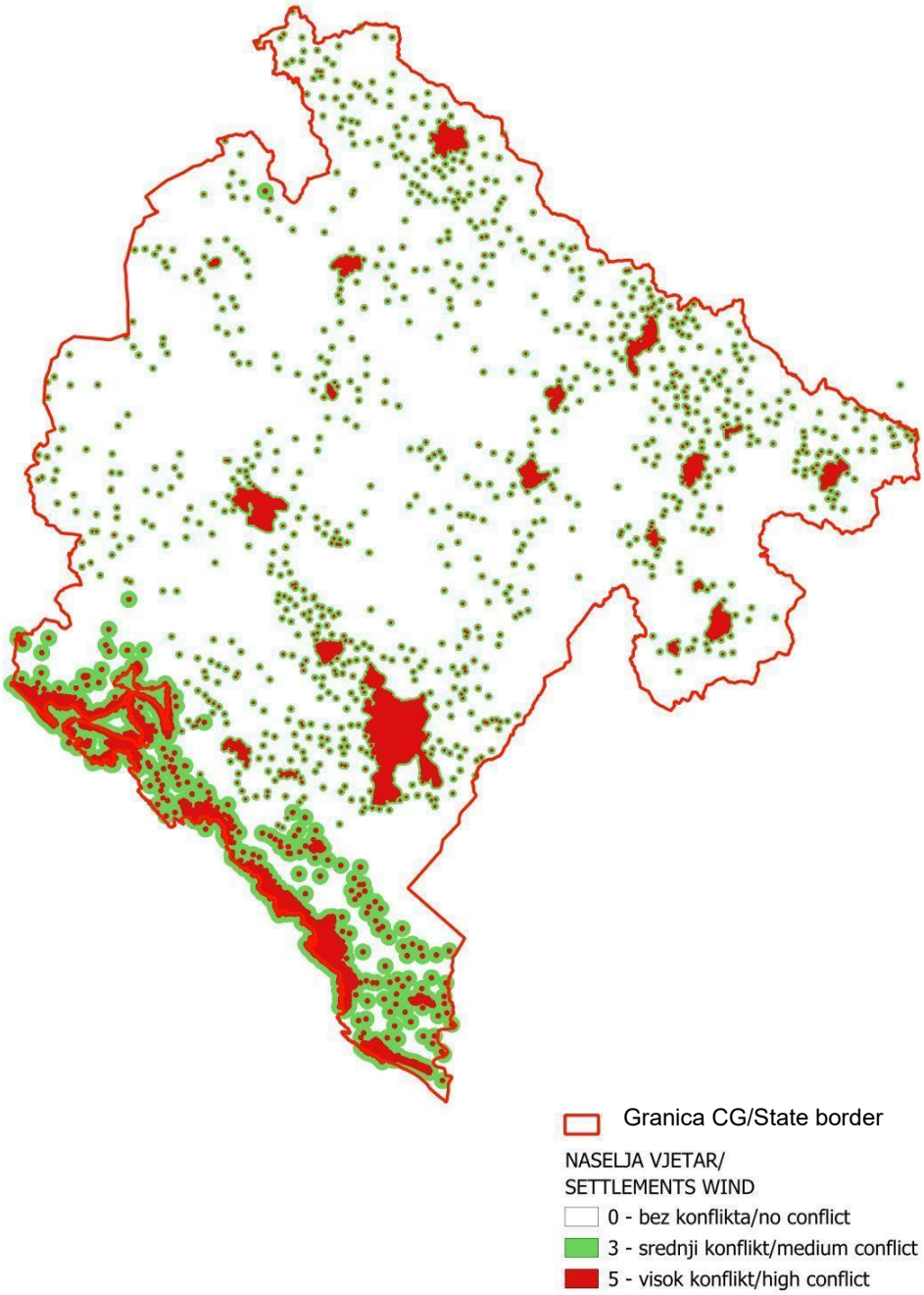
Slika 3.20 Mapa nakon ocjene kriterijuma - Poljoprivredno zemljište



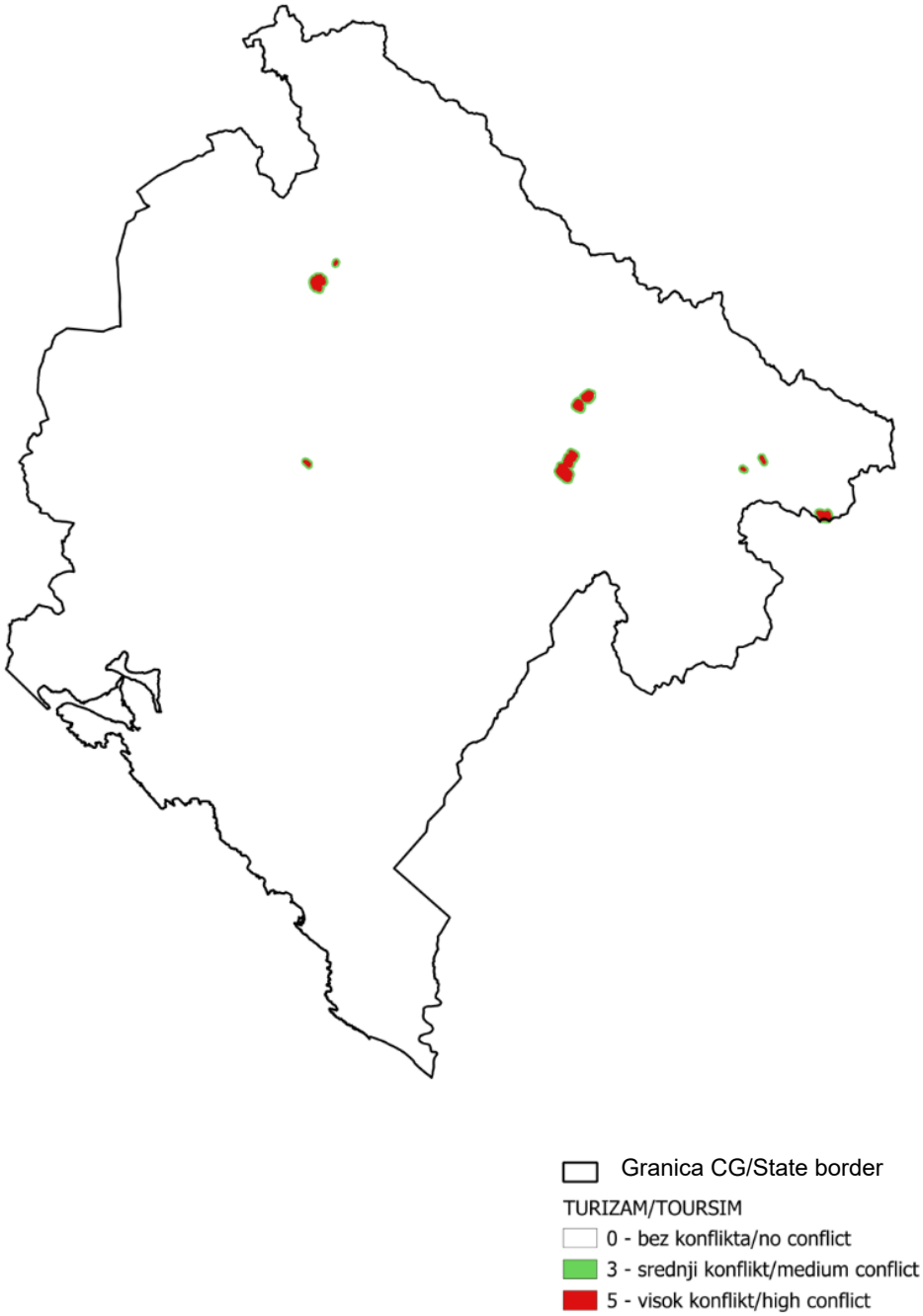
Slika 3.21 Mapa nakon ocjene kriterijuma -Šume i šumsko zemljište



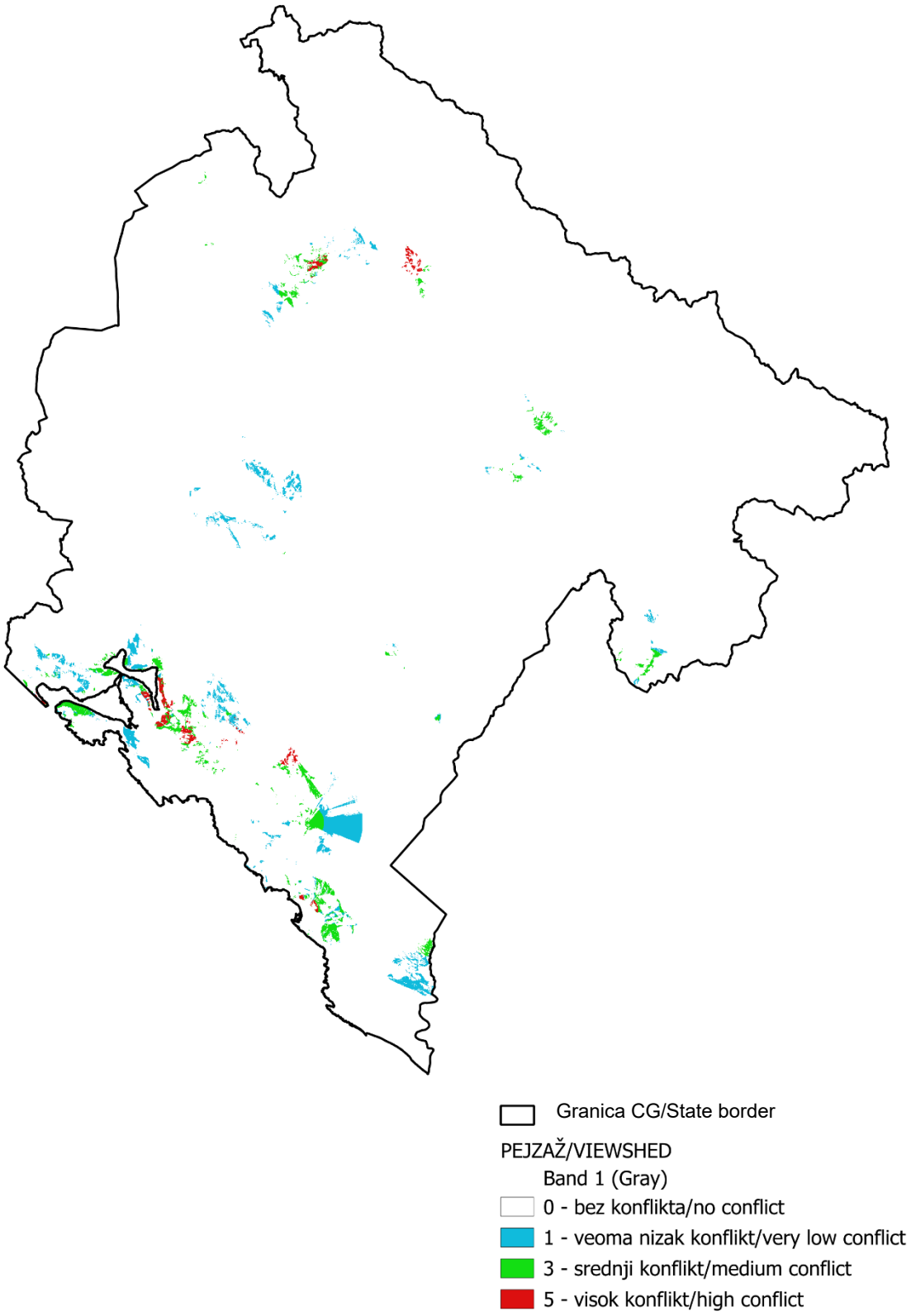
Slika 3.22 Mapa nakon ocjene kriterijuma – Naselja – solarne elektrane



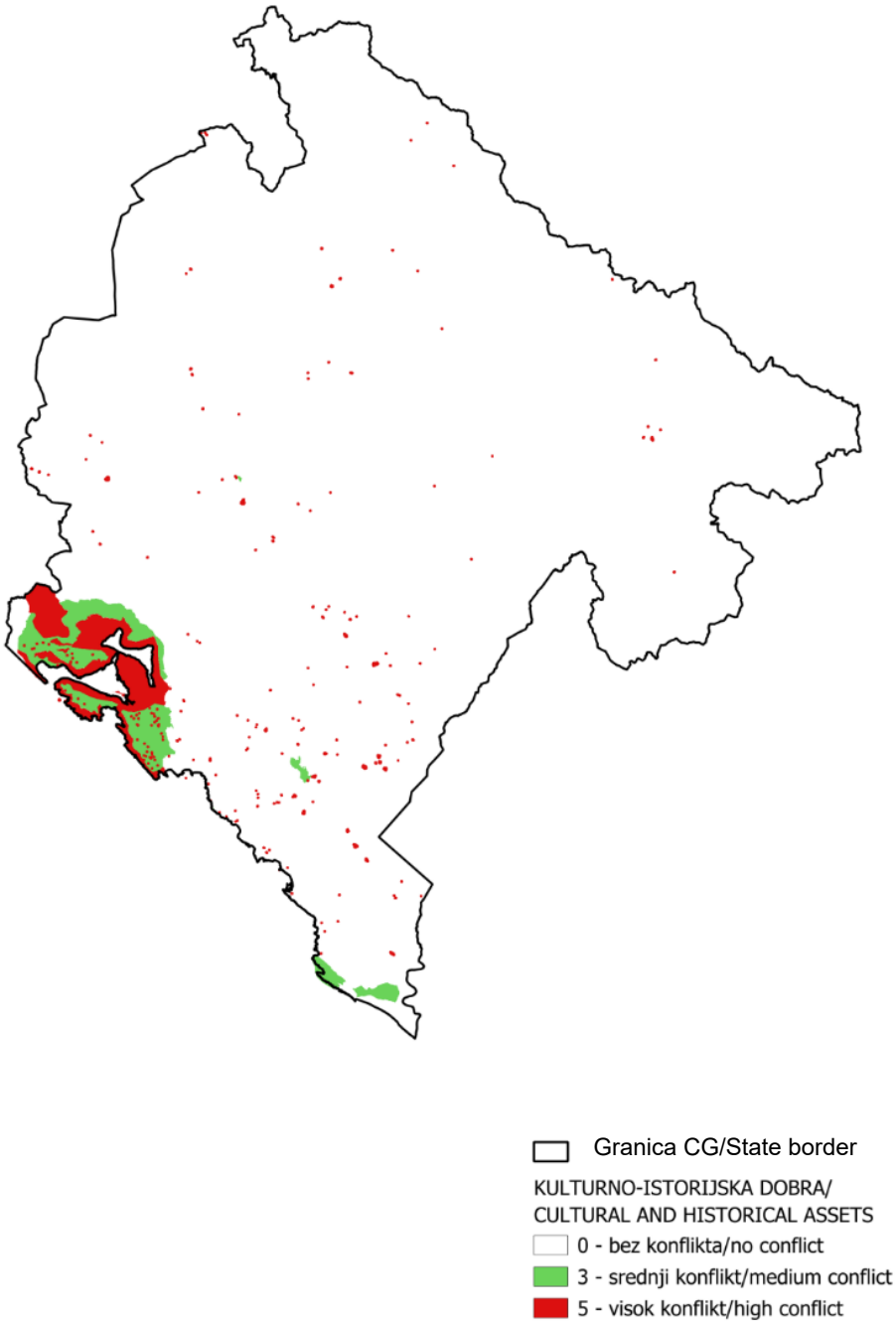
Slika 3.23 Mapa nakon ocjene kriterijuma - Naselja – vjetroelektrane



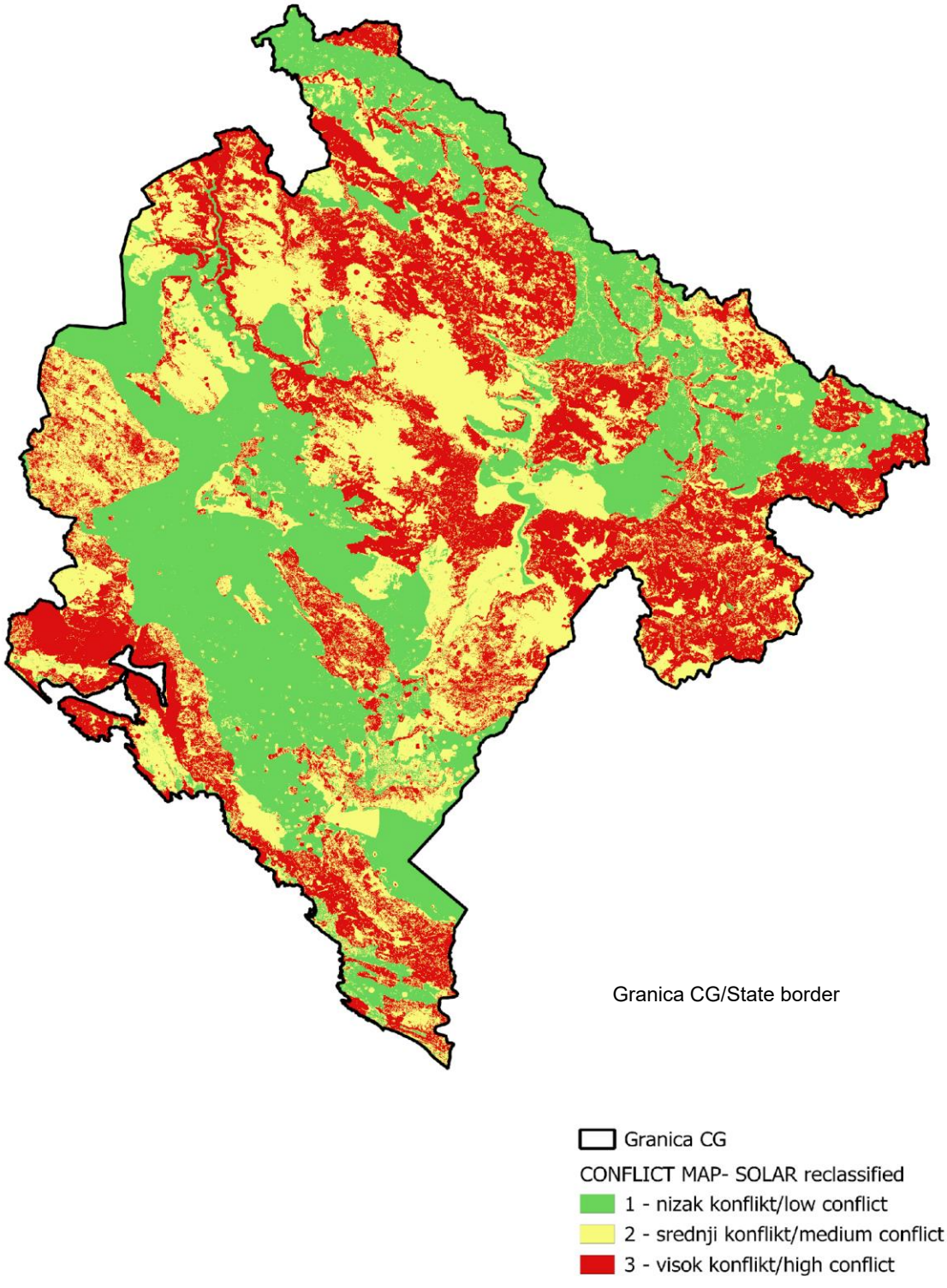
Slika 3.24 Mapa nakon ocjene kriterijuma - Područja za turizam i rekreaciju



Slika 3.25 Mapa nakon ocjene kriterijuma – Područja pejzažne vrijednosti

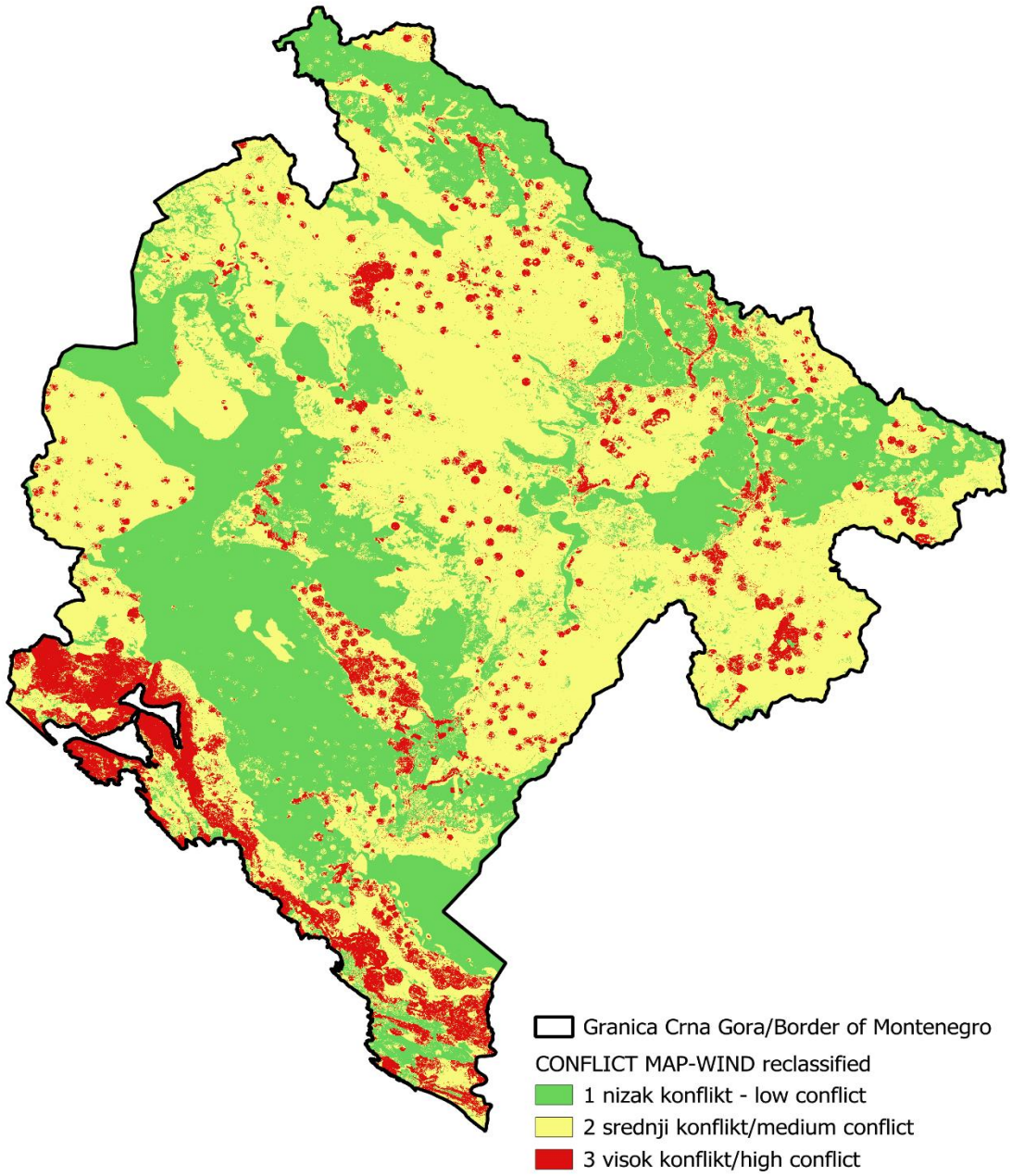


Slika 3.26 Mapa nakon ocjene kriterijuma – Kulturno i istorijsko nasljeđe



Slika 3.27 Mapa reklasifikovanih konflikata za solarne elektrane[15]

[15] Najviših 0,0016% ćelija, koje predstavljaju ekstremne vrijednosti, smanjene su na heuristično izračunatu vrijednost od 3,79, čime se u praksi izbjegava skretanje kategorija konflikata ka rijetkim vrijednostima, a ipak se obezbjeđuje jednostavan i razumljiv način da se reklasifikuju rezultati za konflikte u kategorije niskog, srednjeg i visokog konflikta.



Slika 3.28 Mapa reklasifikovanih konflikata za vjetroelektrane[16]

[16] Najviših 0,0016% ćelija, koje predstavljaju ekstremne vrijednosti, smanjene su na heuristično izračunatu vrijednost od 3,79, čime se u praksi izbjegava skretanje kategorija konflikata ka rijetkim vrijednostima, a ipak se obezbjeđuje jednostavan i razumljiv način da se reklasifikuju rezultati za konflikte u kategorije niskog, srednjeg i visokog konflikta.

3.5 Rezultujuće mape

Završni korak uključuje kombinovanje identifikovanih zona koje imaju procijenjeni nizak nivo konflikta za izgradnju solarnih elektrana i vjetroelektrana, sa odgovarajućom mapom tehnički dostupnih potencijala (Tabela 3.6). Prije završne kvantifikacije potencijala, ove mape su prošle filtere da bi se uklonile zone koje bi činile izolovana "ostrva" čije su površine isuviše male[17] da bi se koristile za izgradnju elektrane (Slika 3.26, Slika 3.27 i Slika 3.28). U ovim slučajevima, mala područja bi odgovarala za elektrane malog kapaciteta, a njihovo bi povezivanje na mrežu imalo smisla samo ako bi se povezali na niže nivoe napona (ispod 35 kV), što nije obuhvaćeno ovom studijom.

Tabela 3.7 Područje svih ocijenjenih zona sa razvojnim potencijalom [ha]

Zona	Solarne elektrane – prenosna mreža	Solarne elektrane – distributivna mreža	Vjetroelektrane
1	2.932	3.977	27.799
2	25.043	80.822	41.104
3	71.439	27.590	47.663
4	7.352	8.435	6.563

Kada se uzme u obzir uobičajena praksa u Crnoj Gori i okolnom regionu, identifikovanim područjima sa visokim potencijalom mogu se pripisati indikativne kvantifikacije potencijala u smislu očekivanog instaliranog kapaciteta, i to:

- Potencijal sunca – 1 ha = 1 MW
- Potencijal vjetra – 10 ha = 1 MW

Na osnovu gorenavedenoga, i na izvedenim mapama razvojnog potencijala koje karakteriše nizak nivo konflikta sa drugim namjenama zemljišta, dobijen je sljedeći indikativni potencijal visoke pogodnosti:

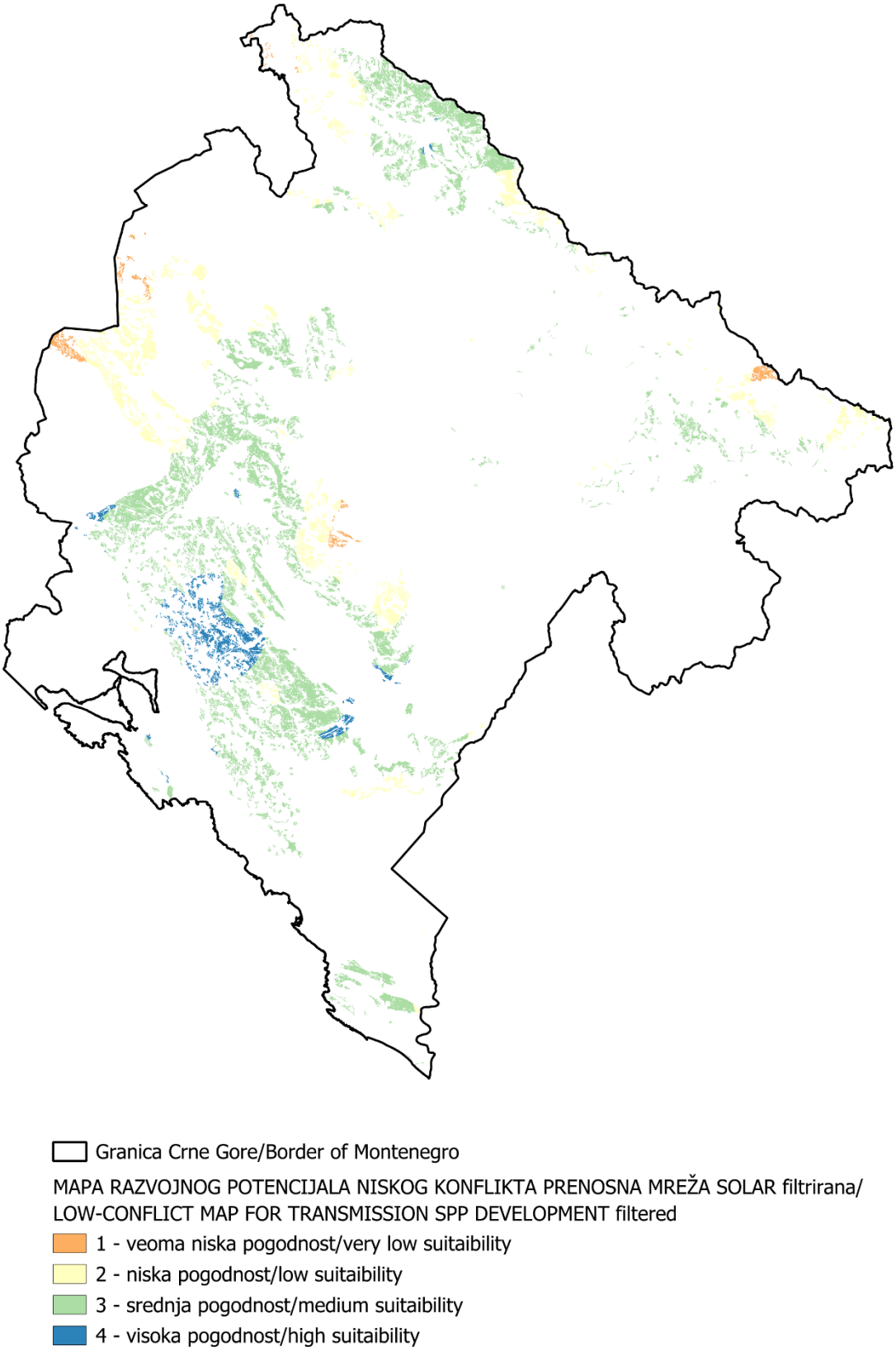
- Solarne elektrane povezane na distributivnu mrežu – 8.435 MW[18]
- Solarne elektrane povezane na prenosnu mrežu – 7.352 MW
- Vjetroelektrane – 656 MW

Identifikovani potencijali za solarne elektrane povezane na distributivnu mrežu i na prenosnu mrežu ne treba da se sabiraju, pošto su određene zone (ekvivalent ~158 MW ukupno) pogodne i za manje i za veće elektrane. Stoga kobminovani potencijal za manje i veće solarne elektrane iznosi oko 15.630 MW. Treba naglasiti da kvantifikovani potencijal za izgradnju solarnih elektrana i vjetroelektrana predstavlja indikativnu vrijednost. Izgradnja svakog novog objekta za proizvodnju električne energije mijenja sitauciju u smislu bezbjednosti i kvaliteta rada elektroenergetskog sistema. Ovo se prije svega odnosi na njegovu mikrolokaciju i tehničke karakteristike, što utiče na potrebu za kontinuiranim ažuriranjem potencijala obnovljive energije, koji se može koristiti, uzimajući u obzir ograničenja postojeće i buduće mrežne infrastrukture. Na primjer, područje pogodno za izgradnju solarnih elektrana koje će biti

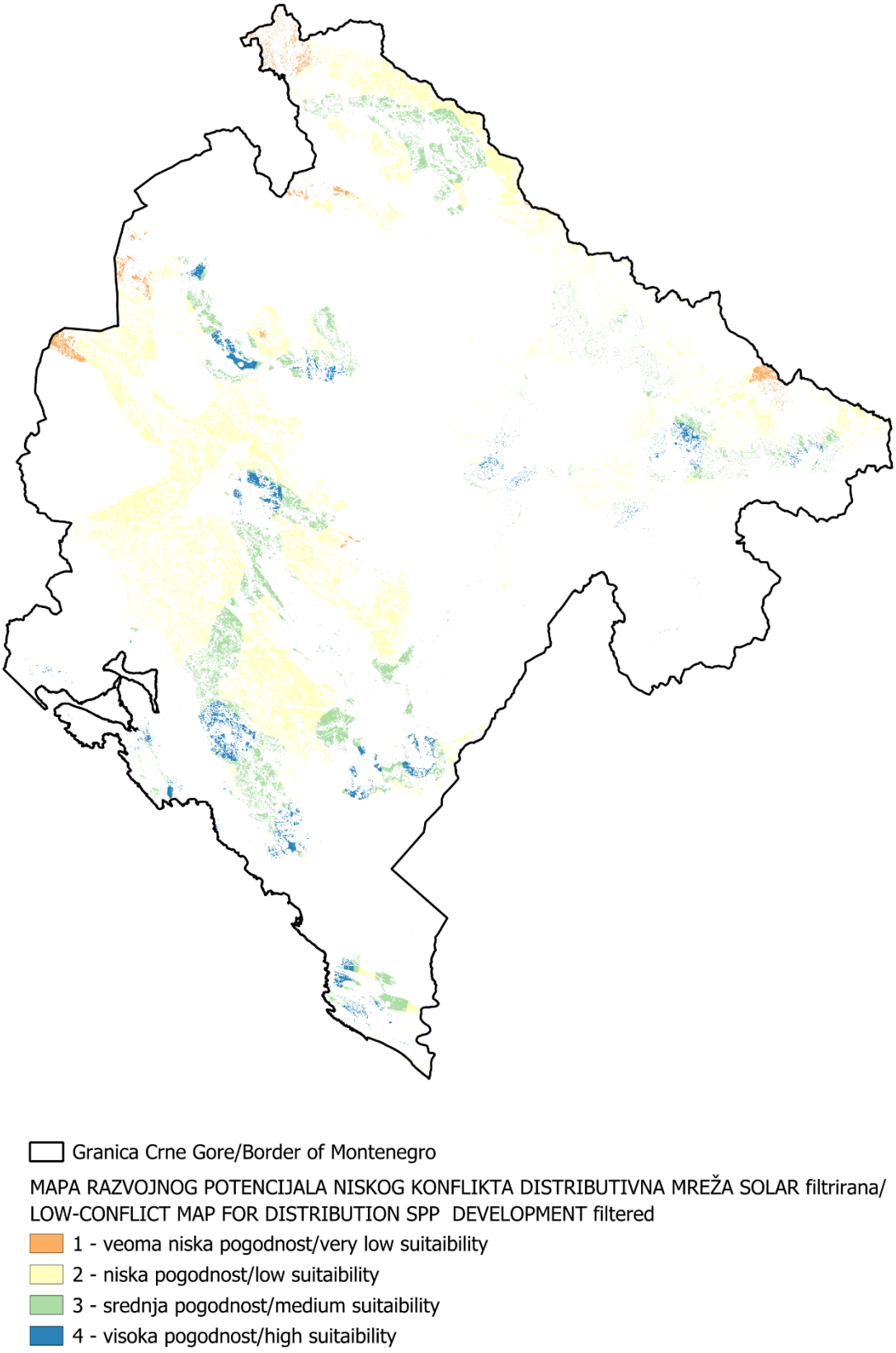
[17] Filterisani dijelovi su ispod 3 ha za distribuciju i ispod 10 ha za prenos.

[18] Lokacije sa visokim tehničkim potencijalom i niskim konfliktom imaju potencijal koji značajno premašuje sposobnost mreže da prihvati svu moguću proizvodnju. Uzimajući u obzir sadašnje uslove mreže i izdate tehničke uslove za povezivanje, trenutno je moguće koristiti 235 MW identifikovanog solarnog potencijala.

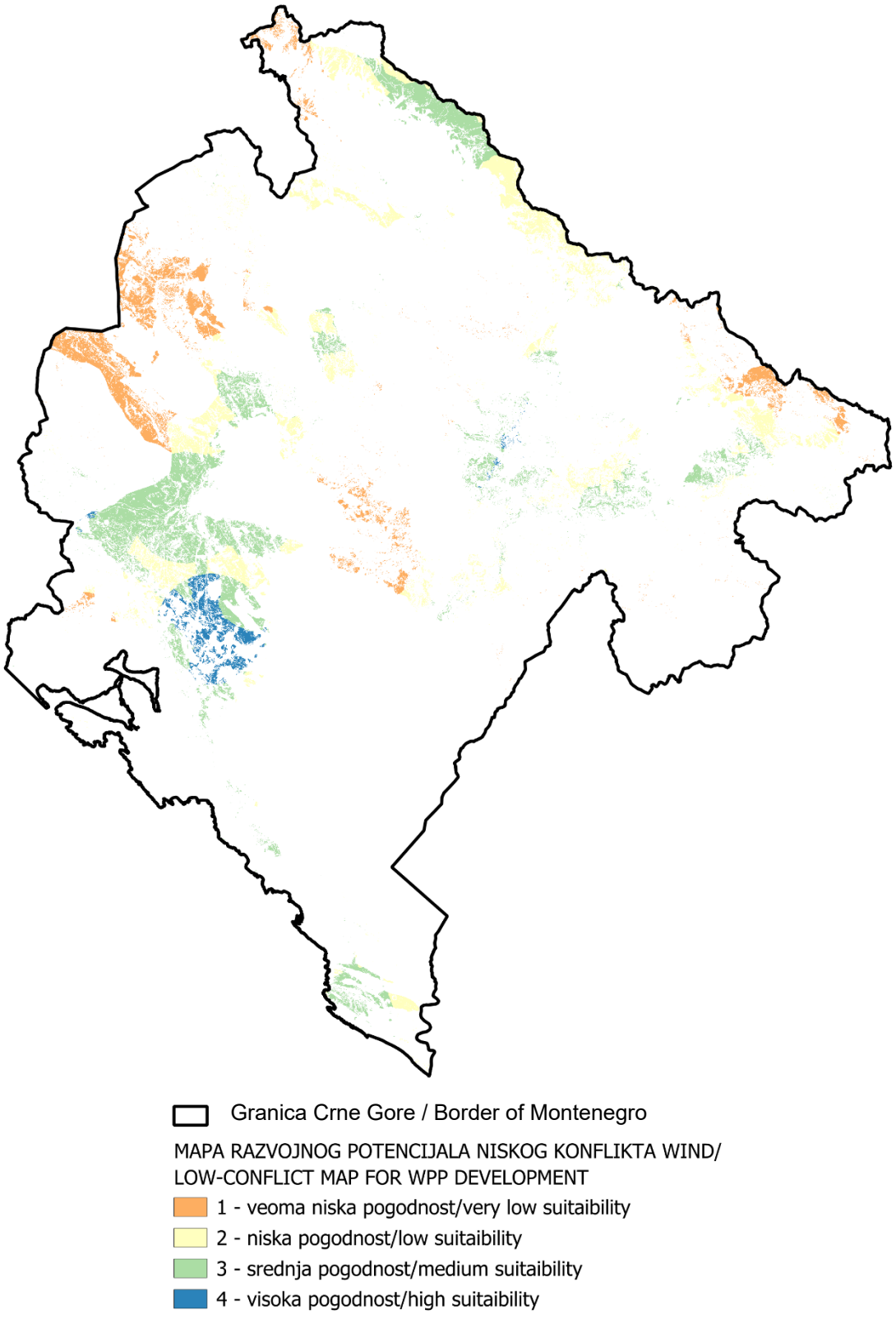
povezane na distributivnu mrežu odgovara instaliranom kapacitetu koji značajno premašuje sposobnost mrežne infrastrukture da ih prihvati.



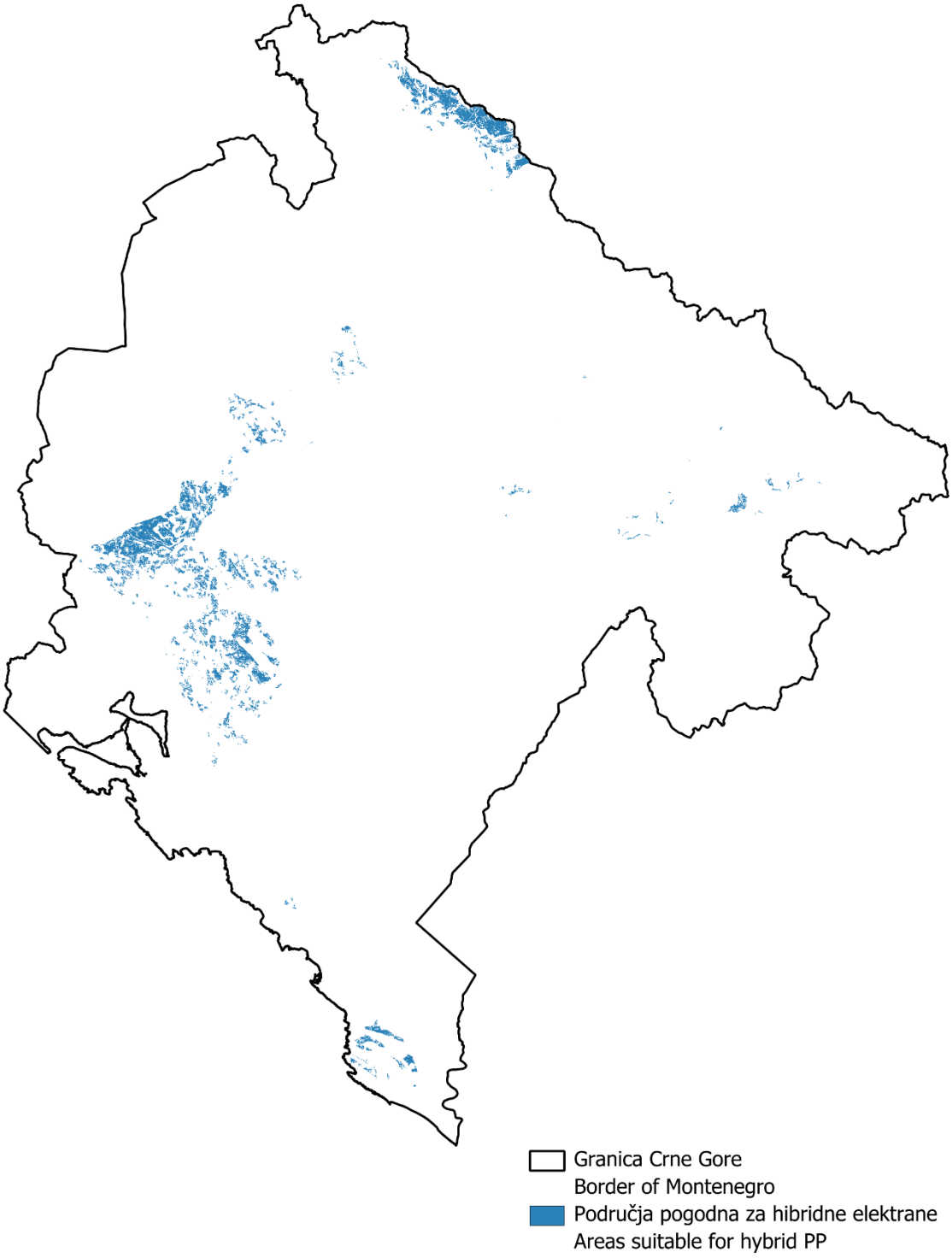
Slika 3.29 Mapa razvojnog potencijala niskog konflikta - prenosna mreža - solar



Slika 3.30 Mapa razvojnog potencijala niskog konflikta - distributivna mreža - solar



Slika 3.31 Mapa razvojnog potencijala niskog konflikta - vjetar



Slika 3.32 Mapa koja pokazuje dobre potencijale energije sunca i vjetra

3.6 Brownfield lokacije

Brownfields su napuštena, zapuštena ili nekorišćena zemljišta i lokacije koje su se ranije koristile za industrijske, komercijalne, infrastrukturne ili vojne svrhe, koja danas predstavljaju potencijal za ponovni razvoj. Te lokacije obično karakteriše neka tekuća ili ranija gradnja, i u mnogim slučajevima, prisustvo zagađenja tla, podzemnih voda ili objekata, što može da komplikuje njihovu ponovnu upotrebu. Ipak, *brownfield* lokacije obično su dobro povezane na infrastrukturu, jer su najčešće smješene u urbanim ili prigradskim sredinama i blizu su transportnim i energetskim mrežama.

U kontekstu prostornog planiranja i energetskog razvoja, *brownfield* lokacije su od posebnog značaja jer omogućavaju da se razvijaju novi projekti, a da se ne zauzima priroda ili poljoprivredno zemljište. Ponovni razvoj *brownfield* lokacija smanjuje konflikt sa zaštitom životne sredine, očuvanjem biodiverziteta ili drugim namjenama zemljišta. Iz tog razloga se *brownfield* lokacije često identifikuju kao pogodne lokacije za energetske objekte, naročito solarne elektrane, sisteme za skladištenje energije, trafostanice i drugu energetsku infrastrukturu.

Ponovni razvoj *brownfield* lokacija doprinosi održivom razvoju, urbanoj regeneraciji i efikasnom korišćenju zemljišta. U sadašnjim strateškim i energetskim planskim dokumentima, naročito na nivou EU, takva područja često imaju prioritet u odnosu na *greenfield* lokacije, koje nisu uređene i predstavljaju područja prirode.

Prikupljanjem podataka o *brownfield* lokacijama u Crnoj Gori, identifikovano je ukupno 321 lokacija (Tabela 3.7) sa kombinovanom površinom od preko 2.607 hektara. Ova područja imaju različite bivše ili sadašnje namjene, uključujući industriju, deponije i kamenolome, a veliki broj je još uvijek u funkciji. Nema zvaničnog registra *brownfield* lokacija, a dostupni podaci su ograničene pouzdanosti, naročito kada je riječ o granicama ovih lokacija i budućim namjenama zemljišta. Međutim, s obzirom na njihov značaj za održivo korišćenje zemljišta, ovdje je izvršena analiza svih dostupnih podataka u odnosu na njihov potencijal za korišćenje energije sunca. Pošto su podaci o *brownfield* lokacijama nedovojno pouzdani, sve lokacije su analizirane na tri načina:

- Potencijal za izgradnju velikih solarnih elektrana povezanih na prenosnu mrežu (Slika 3.29, Tabela 3.8),
- Potencijal za izgradnju malih solarnih elektrana povezanih na distributivnu mrežu (Slika 3.30, Tabela 3.9), i
- Tehnički potencijal za izgradnju solarnih elektrana (Slika 3.31, Tabela 3.10).

Tabela 3.8 Brownfield lokacije u Crnoj Gori

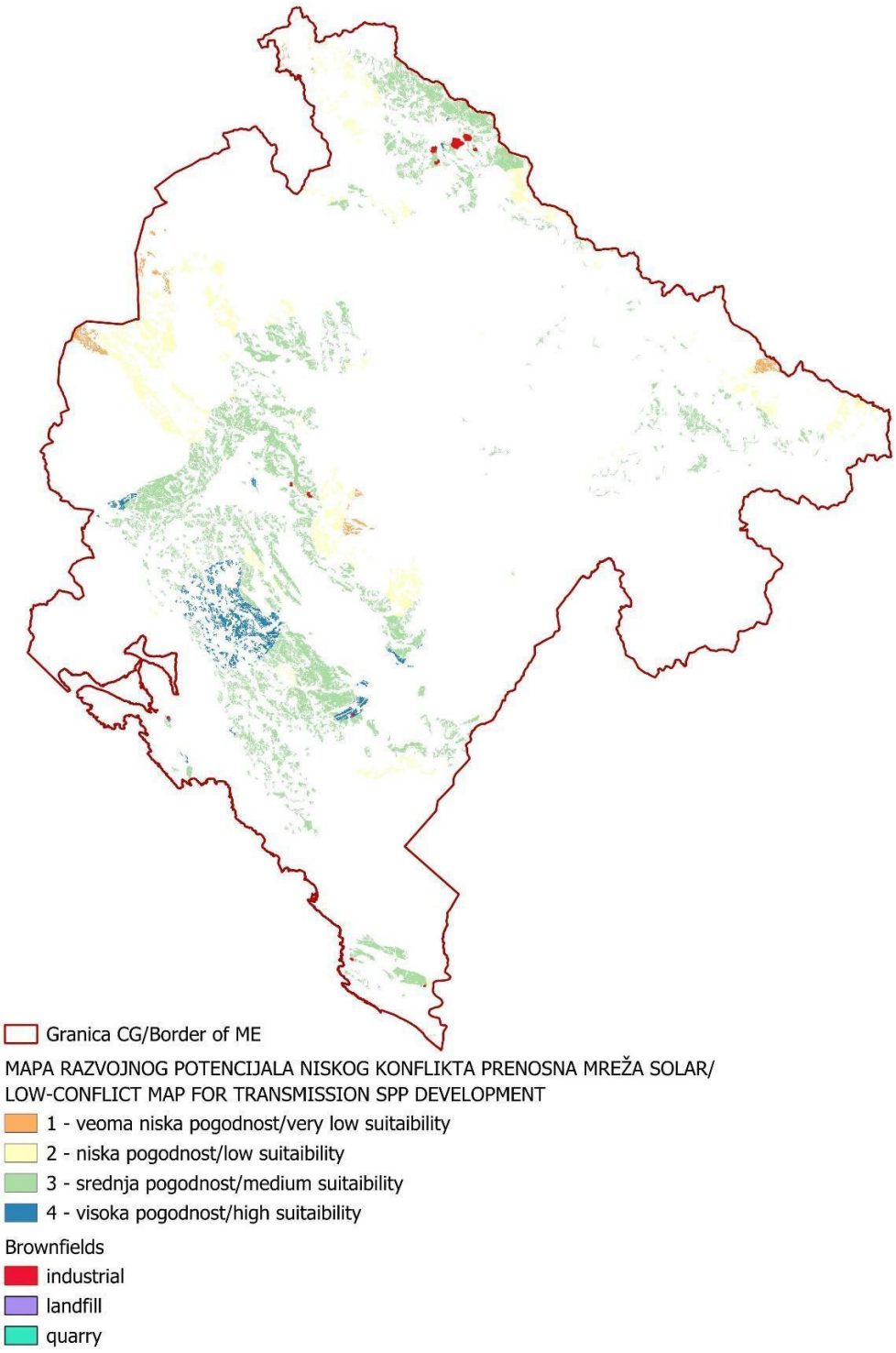
Namjena zemljišta	Broj	Površina [ha]
Industrijska	201	1.442
Deponija	16	193
Kamenolom	104	972
Ukupno	**321**	**2.607**

Treba naglasiti da trenutno dostupne informacije ne uključuju podatke o tome koja degradirana područja se i dalje koriste ili koliko dugo će nastaviti da se koriste. Zbog toga područja koja su prikazana u tabeli treba smatrati samo indikativnom informacijom o ukupnom potencijalu, a ne pokazateljem dimenzija koje se mogu realizovati u sadašnjim uslovima.

Tabela 3.9 Brownfield lokacije u zonama sa srednjim i visokim potencijalom za izgradnju solarnih elektrana – prenosna mreža

Namjena zemljišta	Srednji potencijal [ha]	Visoki potencijal [ha]
Industrijska	11	0
Deponije	56	21
Kamenolom	189	8
Ukupno	**256**	**29**

Procjena je da je ukupni potencijal za solarne elektrane 285 MW.

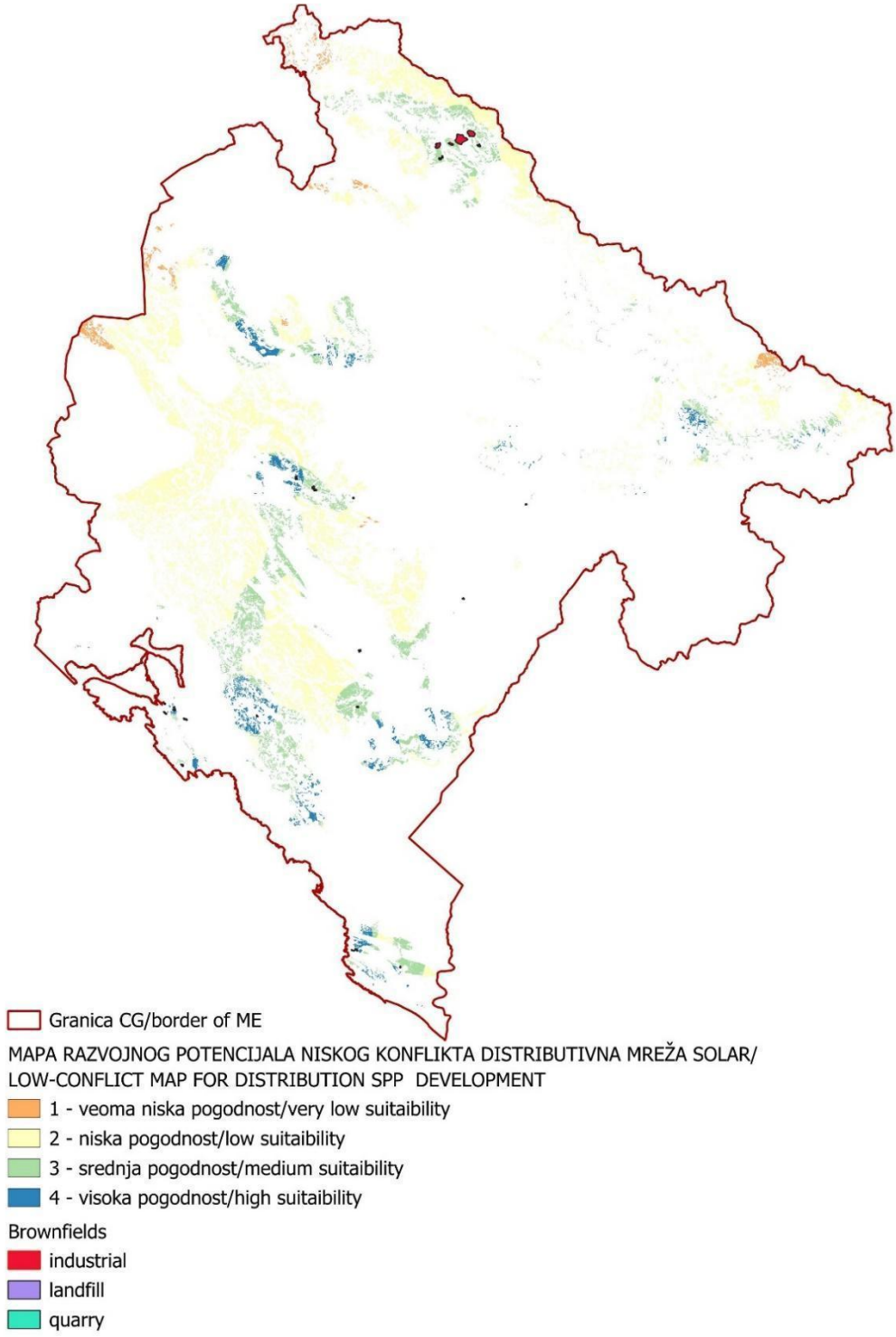


Slika 3.33 Mapa razvojnog potencijala niskog konflikta - prenosna mreža - solar

Tabela 3.10 Brownfield lokacije u zonama sa srednjim i visokim potencijalom za izgradnju solarnih elektrana – distributivna mreža

Namjena zemljišta	Srednji potencijal [ha]	Visoki potencijal [ha]
Industrijska	25	26
Deponija	66	11
Kamenolom	193	14
Ukupno	**284**	**51**

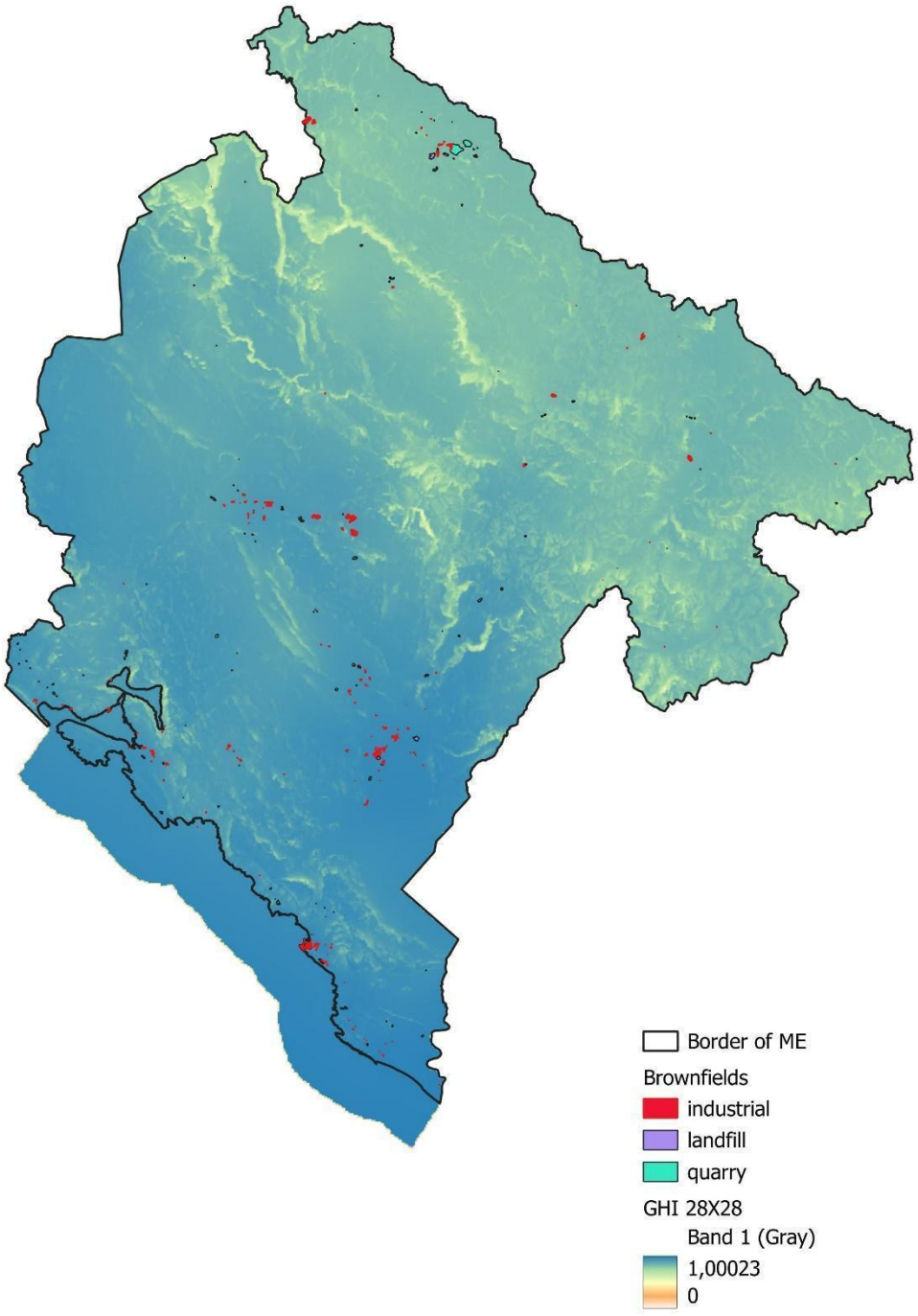
Procjenjuje se da je ukupni solarni potencijal 335 MW. Kombinovani potencijal za solarne elektrane povezane na distributivnu i na prenosnu mrežu nije jednostavno zbir (620 MW), već 346 MW zbog preklapanja (274 MW).



Slika 3.34 Mapa razvojnog potencijala niskog konflikta - distributivna mreža – solar

Tabela 3.11 Brownfield lokacije u zonama srednjeg i visokog GHI

Namjena zemljišta	Srednji potencijal [ha]	Visoki potencijal [ha]
Industrijska	1404	1062
Deponija	193	92
Kamenolom	949	429
Ukupno	**2532**	**1567**



Slika 3.35 Normalizovani bruto solarni potencijal (Globalno horizontalno zračenje, eng. Global Horizontal Irradiation - GHI)

4. Zaključak

Primarno sredstvo za postizanje nacionalnih ciljeva dekarbonizacije jeste razvoj obnovljivih izvora energije. To ima svoj odraz u povećanju udjela obnovljivih izvora energije u ukupnoj finalnoj potrošnji energije, kao i u smanjenju emisija gasova sa efektom staklene bašte kroz zamjenu fosilnih goriva. Energetska politika Crne Gore i njen Nacionalni energetski i klimatski plan prepoznaju širenje korišćenja obnovljivih izvora energije kao najdjelotvorniju mjeru.

Potencijal za korišćenje energije sunca i vjetra u Crnoj Gori ispitivan je u brojnim studijama i potvrđeni su značajni bruto potencijali. To je dalje naišlo na podršku u velikom interesovanju investitora za razvijanje projekata solarnih i vjetroelektrana. Sa druge strane, treba naglasiti da ranije studije nisu uzele u obzir konflikte između razvijanja obnovljive energije i zaštite životne sredine, kulturnog nasljeđa ili društveno-ekonomskih ciljeva korišćenja zemljišta. Uz to, novijih godina, na raspolaganju nije bilo strateških dokumenata, smjernica ili sličnih instrumenata koji bi razvojem obnovljive energije upravljali na optimalan način, u skladu sa potrebama energetskog sistema i održivog korišćenja prostora.

U ovom dokumentu predlaže se metodologija za planiranje lokacija za izgradnju solarnih i vjetroelektrana sa nisko-konfliktnim korišćenjem zemljišta. Konceptualno, ona je već testirana kroz primjene u regionu Zadra i Nikšića, ali je prilagođena i unaprijeđena za implementaciju na cjelokupnoj teritoriji Crne Gore. Ta poboljšanja obuhvataju korišćenje i obradu značajno većeg obima georeferenciranih podataka različitih vrsta i formata. Nadalje, uključivanje kapaciteta mreže kao ključnog kriterijuma za određivanje tehnički iskoristivih potencijala, direktno je doprinijelo poboljšanju kvaliteta rezultata. Takođe je važno naglasiti uključivanje novog algoritma za ocjenu pejzažnih vrijednosti, što predstavlja napredak u poređenju sa prethodnim metodološkim okvirom.

Cilj ove metodologije jeste da se sprovede sveobuhvatna analiza svih faktora (za koje su dostupni georeferencirani podaci) relevantnih za odabir optimalnih lokacija za nove solarne i vjetroelektrane. Na kraju, date procjene potencijala, koje su izvedene na osnovu uobičajenog praktičnog iskustva, samo su indikativne. Precizna procjena energetskog potencijala sastavni je dio studija izvodljivosti i pripreme tehničke dokumentacije koja je propisana zakonom, što su suštinski koraci u razvijanju takvih projekata. U okviru ovih dokumenata vrši se i analiza mikrolokacije, pošto je to jedini put da se u potpunosti ocijene svi detalji koji su relevantni za izvodljivost projekta na nekoj datoj lokaciji, naročito kada se uzme u obzir nesigurnost vezana za dinamiku razvijanja potrebne infrastrukture, tržišne uslove i regulatorna dešavanja u oblastima koje utiču na razvoj obnovljivih izvora energije.

Takođe treba naglasiti da će izgradnja nove mrežne infrastrukture za povezivanje novih obnovljivih izvora energije imati uticaj na buduću cijenu električne energije. Pošto se očekuje visok nivo integrisanja obnovljivih izvora energije, razumno je pretpostaviti da cijene električne energije mogu porasti. Sa druge strane, dostupnost energije će takođe porasti, čime se može "poravnati" negativni uticaj na cijene. U svakom slučaju, jasno je da bez razvoja novih obnovljivih izvora energije, neće biti moguće da se postignu nacionalni ciljevi za dekarbonizaciju.

Konceptualno, ova metodologija bazira se na tri glavna koraka u obradi georeferenciranih podataka: identifikovanje zakonskih i biofizičkih ograničenja, ocjena tehnički iskoristivih potencijala i ocjena konflikta u korišćenju zemljišta između solarnih i vjetroelektrana i drugih namjena prostora. I na kraju, kao zaključni korak, mape koje su generisane kroz ova tri procesa stavljene su jedna preko druge da bi se napravila konačna mapa koja pokazuje nivo tehničkih potencijala u područjima koja su utvrđena kao nisko-konfliktne zone (Tabela 3.7 - Tabela 3.10).

Rezultati su ohrabrujući. Na lokacijama koje karakteriše mnimalni konflikt i visok razvojni potencijal, utvrđen je kombinovani kapacitet od 15.630 MW[19], ili gotovo 16 GW, za manje i veće solarne elektrane. Ove zone protežu se na području od 156 kvadratnih kilometara – otprilike 1,5 površina grada Podgorice. Za vjetroelektrane, utvrđeni kapacitet je oko 650 MV na otprilike 65 kvadratnih kilometara – područje koje se veličinom može uporediti sa Petnjicom, jednom od najmanjih crnogorskih opština.

Ovaj kapacitet prevodi se u godišnju proizvodnju električne energije od gotovo 20 TWh za solarne elektrane i 1.200 GWh za vjetroelektrane, što bi premašilo sadašnju godišnju proizvodnju električne energije u Crnoj Gori pet do šest puta. S obzirom na to da je u ovom trenutku udio obnovljive energije u Crnoj Gori u bruto finalnoj potrošnji energije 45,5%, sa 850 MW instalisanog kapaciteta, potencijal koji je identifikovan ovom studijom može da ispuni i premaši ciljeve Crne Gore za korišćenje obnovljivih izvora do 2030. godine, a da ne ugrozi prirodne i društveno-ekonomske vrijednosti.

Značajni potencijali za obnovljivu energiju postoje i na *brownfield* lokacijama (industrijska područja, deponije i kamenolomi). Podaci koji su bili dostupni projektnom timu pokazuju da se u nisko-konfliktnim područjima može razviti oko 346 MW kombinovanog distributivnog i prenosnog solarnog kapaciteta sa srednjim do visokim razvojnim potencijalom. Energija proizvedena na ovim *brownfield* lokacijama može da zamijeni jednu trećinu sadašnje proizvodnje iz Termoelektrane Pljevlja.

Mape kreirane u ovom izvještaju pripremljene su u formatima koji se obično koriste u GIS alatkama, što omogućava jednostavnu analizu mikrolokacija. Ovi rezultati daju pouzdanu osnovu za pripremu idejnih rješenja, studija procjene uticaja na životnu sredinu i drugih temeljnih dokumenata za razvoj projekata. Treba naglasiti da rezultati ove studije ne definišu finalne lokacije projekta, već ukazuju na to gdje postoji optimalna kombinacija tehnički iskoristivih potencijala i minimalnog konflikta sa drugim namjenama prostora. Svaki projekat mora da prođe kroz standardnu zakonski definisanu proceduru.

Svrha ove studije jeste da posluži donosiocima odluka i investitorima kao alatka za optimalno planiranje razvoja solarnih i vjetroelektrana. Konkretnije, njen cilj je da usmjerava projekte ka područjima koja ne samo da nude povoljne tehničke potencijale, već i pokazuju minimalni konflikt sa zaštitom životne sredine, kulturnim vrijednostima i društveno-ekonomskim faktorima korišćenja zemljišta. Razvoj novih projekata obnovljive energije utiče na rad

[19]Od ukupnog instaliranog kapaciteta identifikovanog za manje elektrane na niskokonfliktnim lokacijama sa visokim razvojnim potencijalom (8.435 MW), distributivna mreža može u ovom trenutku prihvatiti 235 MW.

elektroenergetskog sistema,a posljedično i na potencijal za integrisanje novih izvora, zbog čega su potrebna redovna ažuriranja rezultata ove studije.

5. Prilog

- Metodologija za modeliranje mreže
- PPGIS analiza
- Mapa konflikata kombinovane sa mapama ograničenja
- Mape visoke rezolucije koja se mogu preuzeti (High-resolution downloadable maps [External link]

5.1 Metodologija za modeliranje mreže

5.1.1 Uvod

U ovom dokumentu izložena je detaljna metodologija i model za analizu kapaciteta postojeće prenosne mreže Crne Gore i planiranih proširenja. Cilj je da se obezbijedi sposobnost mreže da pouzdano prihvati sadašnju tražnju, integriše obnovljive izvore energije i ispuni projektovane potrebe za rastom. Posebna se pažnja posvećuje jedinstvenim karakteristikama energetskog miksa Crne Gore, geografskim uslovima i strateškim ciljevima za integrisanje obnovljive energije i prekograničnu razmjenu energije.

Šira metodologija, čiji je dio metodologija za modeliranje mreže, mapira potencijale za obnovljivu energiju na cjelokupnoj teritoriji Crne Gore. Fokus je prvenstveno na prostornoj raspoređenosti potencijala, dok je aspekt povezivanja na prenosnu mrežu samo jedan od brojnih parametara koji utiču na ocjenu pogodnosti zemljišta.

Iz tog razloga, odabrana je pojednostavljena metodologija za svrhe ove vrste prostorne analize. Ona omogućava generisanje dovoljno pouzdanih i prostorno primjenjivih rezultata. Napredniji modeli – koji bi uzeli u obzir dinamično ponašanje sistema, interkonekcije regionalne mreže i detaljnije ulazne i izlazne parametre – bez sumnje bi proizveli preciznije rezultate iz perspektive elektroenergetske mreže, ali bi značajno povećali troškove, vrijeme pripreme i složenost studije, bez značajnog poboljšanja prostornog predstavljanja potencijala, što je bio primarni cilj.

Treba naglasiti da cilj ove studije nije da se daju svi tehnički odgovori potrebni za povezivanje konkretnih objekata, već da posluži kao indikativna smjernica za investitore i institucije u odabiru potencijalnih lokacija. Kasnije će ipak biti potrebno da se izvrši detaljna analiza tehničkih uslova za povezivanje za konkretne elektrane. To za svaku pojedinačnu lokaciju rade institucije koje koriste tačne podatke o kapacitetu, konfiguraciji i dinamičkim karakteristikama sistema.

5.1.2 Predmet analize

Predmet ove analize uključuje:

- **Analizu protoka snage:** Evaluacija stabilnih protoka energije u normalnim uslovima i uslovima odstupanja unutar crnogorske mreže.
- **Integrisanje obnovljive energije:** Modeliranje uticaja proizvodnje električne energije od vjetra, sunca i vode na kapacitet mreže.
- **Scenariji buduće tražnje:** Analiza potreba kapaciteta u prognoziranom rastu opterećenja i širenju proizvodnje u skladu sa energetskom strategijom Crne Gore, u sadašnjim uslovima mreže (2025) i uslovima budućeg razvoja mreže (2032). Scenario za 2032. godinu sadržaće planirane elektrane prema umjerenom scenariju, što služi kao osnov za druge planske dokumente i usklađeno je sa strategijama za razvoj mreže.
- Umjereni scenario, koji je definisan u studiji Upravljanja integracijom velikih OIE i skladištenjem energije u Crnoj Gori, predstavlja izbalansirani pristup integrisanju obnovljive energije. On se bazira na projekcijama iz Nacionalnih razvojnih planova za proizvodnju električne energije u Crnoj Gori, koje dalje elaborira CGES kroz

konsultacije sa investitorima i finansijskim institucijama. Taj scenario pretpostavlja razumno širenje solarnih i vjetro-kapaciteta, uzimajući u obzir projekte za koje postoji velika vjerovatnoća da će biti realizovani do 2032. godine. On daje pragmatične izglede za raspoređivanje varijabilne obnovljive energije (engl. *Variable renewable energy* - VRE), a u isto vrijeme obezbjeđuje usklađenost sa razvojem prenosnog sistema i ciljevima stabilnosti mreže. Ovaj scenario uključuje:

Solarne elektrane – zbirno planirano 750 MW

Distribucija proizvodnje po čvorovima:

- RP 400 kV Čevo – 40%
- TS 400/110/35 kV Brezna - 15%
- TS 220/110/35 kV kV Vilusi - 30%
- TS 400/110 kV Podgorica 2 – 7.5%
- TS 400/110/35 kV Ribarevine – 7.5%

Vjetroelektrane – zbirno planirano 294 MW

Distribucija planirane proizvodnje po čvorovima:

- TS 400/110/35 kV Brezna – 50%, 147 MW
- TS 400/110 kV Ribarevine – 50%, 147 MW

5.1.3 Komponente modeliranja

5.1.3.1 Topologija mreže

Prenosna mreža Crne Gore predstavljena je modelom čvorova:

- **Čvorovi:** trafo-stanice, centri opterećenja i velike lokacije za proizvodnju električne energije, uključujući ključne hidro-eletrane kao što su Piva i Perućica.
- **Ogranci:** Prenosni vodovi (400 kV, 220 kV and 110 kV), podmorski kabal prema Italiji, transformatori i interkonektori sa Srbijom, Bosnom i Hercegovinom, Kosovom i Albanijom.

Novi projekti na mreži koje treba uzeti u obzir u scenariju do 2032. godine:

- 400 kV OHL Čevo – Pljevlja
- 400 kV OHL Pljevlja – Bajina Bašta (RS)
- 400 kV OHL Brezna – Sarajevo (BA) sa 400/220 kV SS Crkv.polje
- 400/110 kV SS Brezna (II faza)
- 400 kV RP Čevo
- 400/110 kV SS Trubjela
- 400/110 kV SS Kolašin
- 400/110 kV SS Korita
- 220/110 kV SS Vilusi

- VSR šant reaktor 250 MVA Lastva
- 220 kV OHLs Trebinje (BA) – Koplik (AL) povećanje dozvoljenog strujnog opterećenja
- 220/110 kV SS Perućica rekonstrukcija / proširenje
- 110 kV UCL Ulcinj – Velipoje (AL) sa 110/35 kV SS V.Plaža
- 110 kV OHL Lastva – Kotor
- 110 kV OHLs Budva-Lastva-Tivat povećanje dozvoljenog strujnog opterećenja
- 110 kV OHL Vilusi – H.Novi
- 110 kV OHL Virpazar – Ulcinj
- 110/35 kV Luštica sa 2x110 UCL
- 110/10 kV SS Bečići
- 110/35 kV SS Buljarica
- 110/10 kV Podgorica 7
- 110/10 kV Podgorica 9

5.1.3.2 Ulazni podaci

Ključni ulazni podaci za model uključuju sljedeće:

- **Parametri mreže:** Impedansa, termalni rejtinzi i nivoi napona za sve vodove i transformatore.
- **Profili opterećenja:** Podaci o opterećenju za industrijski, komercijalni i stambeni sektor.
- **Profili proizvodnje:** Proizvodnja iz hidroelektrana, solarnih i vjetroelektrana, uključujući varijabilnost kod obnovljivih izvora.
- **Podaci o interkonekciji:** sposobnosti za uvoz/izvoz i istorijski prekogranični tokovi.
- **Scenariji nepredviđenih situacija:** N-1 padovi mreže bazirani na istorijskim greškama i rasporedima održavanja.

5.1.3.3 Alatke i softver

Analiza se sprovodi korišćenjem naprednih alatki, uključujući:

- **PSS®E** za tok snage i analizu nepredviđenih situacija,
- **GIS Software** za mapiranje i prostornu analizu infrastrukture za prenos.

5.1.4 Metodologija

Ova metodologija definiše izračunavanje maksimalno dostupne snage konekcije na postojećim tačkama konekcije na elektro-prenosnom sistemu, omogućavajući da nije potrebno dodatno razvijanje sistema, i istovremeno trajno održavajući garantovane parametre prenosa.

5.1.4.1 Početne pretpostavke

Razmotriće se dva modela crnogorskog prenosnog sistema:
- 2025 – model sadašnje mreže
- 2032 – model prema ažuriranom Planu razvoja mreže 2023-2032

Za model sadašnje mreže u kalkulaciji se koristi reprezentativni model crnogorskog elektro-energetskog sistema, pripreman za prognoze zagušenja dan unaprijed i kombinovan sa drugim modelima sinhronih površina kontinentalne Evrope. Uzete su u obzir sljedeće pretpostavke:

- Model odražava stanje sistema od marta-aprila prošle godine, na radni dan.
- On inkorporira uobičajenu topologiju i stanje komutacije elemenata crnogorskog sistema.
- Prvobitno angažovanje crnogorskih hidroelektrana omogućava potrebne korekcije za potencijalna povećanja kapaciteta (ΔC) kako je navedeno u članu 4.4.

Kalkulacija se vrši pojedinačno za sve postojeće čvorove u prenosnom sistemu.

Model 2032 pretpostavlja unapređenje mreže prema Planu za unapređenje mreže kao i raspoređenost novih elektrana na obnovljivu energiju prema umjerenom scenariju. Glavni projekti navedeni su u članu 3.1, a raspoređenost novih elektrana na obnovljivu energiju objašnjena je u članu 2.

5.1.4.2 Početni scenario

Snaga razmjene na tački konekcije u osnovnom referentnom slučaju (engl. Base case - BC) određuje se u oba pravca pojedinačno:

Snaga proizvodnje (BCG) – Snaga proizvodnje u osnovnom referentnom slučaju (engl. *Base case generation power*- BCG)

Snaga potrošnje (BCL) – Snaga opterećenja u osnovnom referentnom slučaju (engl. *Base case load power*- BCL)

Ove vrijednosti odgovaraju silama uključenim u model definisan u članu 4.1.

5.1.4.3 Ranije zauzeti kapacitet

Ranije zauzeti kapacitet na tački konekcije određuje se pojedinačno za proizvodnju (AACG) i za opterećenje (AACL) i za maksimalne i za minimalne načine rada:

AACGmax – Maksimalni ranije zauzeti kapacitet za proizvodnju, na osnovu najviše prosječne proizvodnje po satu u posljednjih 12 mjeseci.

AACGmin – Minimalni ranije zauzeti kapacitet, na osnovu najniže prosječne proizvodnje po satu u posljednjih 12 mjeseci.

AACLmax – Maksimalni ranije zauzeti kapacitet opterećenja, na osnovu najveće prosječne potrošnje po satu u posljednjih 12 mjeseci.

AACLmin – Minimalni ranije zauzeti kapacitet opterećenja, na osnovu najniže prosječne potrošnje po satu u posljednjih 12 mjeseci.

5.1.4.4 Moguće povećanje kapaciteta

Potencijalno povećanje kapaciteta na tački konekcije (ΔC) izračunava se i za proizvodnju (ΔCG) i za opterećenje (ΔCL).

Proizvodnja (ΔCG):

Virtualna elektrana sa velikim instalisanim kapacitetom modelira se na tački konekcije.

Proizvodnja elektrane počinje na 10 MW, a proizvodnja najbliže hidroelektrane smanjuje se za 10 MW.

Vrše se izračuni tokova snaga i analize bezbjednosti sistema po principu N-1.

Ako ne dođe do preopterećenja nijednog elementa sistema, virtuelna elektrana povećava snagu za 10 MW, a najbliža hidroelektrana smanjuje proizvodnju za istu količinu.

Ovaj iterativni proces nastavlja se dok se ne detektuje preopterećenost.

ΔCG se definiše kao kapacitet virtuelne elektrane u pretposljednjoj iteraciji.

Opterećenje (ΔCL):

Virtualni potrošač se modelira na tački konekcije.

Opterećenje potrošnjom počinje sa 10 MW, a proizvodnja najbliže hidroelektrane povećava se za 10 MW.

Vrše se izračuni tokova snaga i analize bezbjednosti sistema po principu N-1.

Ako ne dođe do preopterećenja nijednog elementa sistema, virtuelno opterećenje potrošnjom povećava se za 10 MW, a najbliža hidroelektrana povećava proizvodnju za istu količinu.

Ovaj proces se ponavlja dok se ne otkrije preopterećenost.

ΔCL je definisana kao virtuelno opterećenje potrošnjom u pretposljednjoj iteraciji. Sve druge skraćenice (BCG, BCL, AACG, AACL, itc.) predstavljaju varijable ulaznih vrijednosti koje se unaprijed definišu na osnovu istorijskih podataka i uslova sistema. Potencijalno povećanje kapaciteta se zatim utvrđuje kroz simulacije modela mreže.

5.1.4.5 Maksimalna teoretska snaga konekcije

Maksimalna teoretska snaga konekcije za proizvodnju (GTCG) i opterećenje (GTCL) računa se na sljedeći način:

$$GTCG = BCG - BCL + \Delta CG$$

$$GTCL = BCL - BCG + \Delta CL$$

5.1.4.6 Margina pouzdanosti

Margina pouzdanosti uzima u obzir devijacije modela, greške u mjerenjima, međusobne zavisnosti sistema i druge faktore. Ona se određuje u zasebnoj proceduri. Za ovaj model, kao margina se koristi 10 MW.

5.1.4.7 Preostali slobodni kapacitet

Proizvodnja

Preostali prenosni kapacitet za proizvodnju (engl. *Remaining Transmission Capacity for Generation* - RTCG) računa se na sljedeći način:

RTCG = GTCG - TRMG - AACGmax + AACLmin

Gdje je,

GTCG – Maksimalna raspoloživa snaga za konekciju proizvedene električne energije

TRMG – Margina pouzdanosti za izračunavanje toka proizvedene električne energije

AACGmax: – Rezervisana snaga konekcije za proizvedenu električnu energiju

AACLmin – Minimalno evidentirano opterećenje na tački konekcije u normalnim uslovima u posljednjih 36 mjeseci

Opterećenje

Preostali prenosni kapacitet za opterećenje (engl. *Remaining Transmission Capacity for Load* - RTCL) računa se na sljedeći način:

RTCL = GTCL - TRML - AACLmax + AACGmin

Gdje su,

GTCL – Maksimalna dostupna snaga konekcije u smislu opterećenja

TRML – Margina pouzdanosti za izračunavanje toka električne energije u zavisnosti od opterećenja

AACLmax – Rezervisana snaga konekcije za opterećenje

AACGmin – Minimalna evidentirana proizvodnja na tački konekcije u normalnim uslovima u posljednjih 36 mjeseci

5.1.4.8 Maksimalna dostupna snaga konekcije

Maksimalna dostupna snaga konekcije (engl. *maximum available connection power* - MACP) uzima u obzir druga ograničenja, uključujući:

- Odobrene ili planirane objekte na tački konekcije,
- Prostorna i tehnička ograničenja trafostanica ili vodova za konekciju,
- Dostupnost i ograničenja planske dokumentacije,
- Društvene, ekološke i druge relevantne faktore.

MACP se određuje kao vrijednost ispod preostalog teoretski slobodnog kapaciteta (engl. *remaining theoretically free capacity* - RTC) nakon što se uzmu u obzir ova ograničenja.

Ovaj pristup procjenjivanju ograničenja za konekciju odražava specifične prakse koje se primjenjuju u prenosnom sistemu Crne Gore umjesto univerzalne ili standardizovane metodologije. Kada se ocjenjuje kapacitet za povezivanje nove proizvodnje ili opterećenja, nekoliko se praktičnih pitanja uzima u obzir, uključujući i dostupnost rezervnih prostora u trafostanici, prostorna izvodljivost širenja trafostanice da primi nova napajanja i da li konfiguracija prenosnog voda omogućava jednostavno dodavanje novih konekcija.

U ovom procesu često se javljaju pravna pitanja vezana za privatnu imovinu kao i ekološka pitanja, naročito u ekološki osjetljivim područjima. Ovi faktori su raznovrsni i teško ih je kvantifikovati preciznom numeričkom vrijednošću. Stoga je, u praksi, njihov uticaj ugrađen korekcijama teoretski izvedenog maksimalnog kapaciteta na dolje, obično zaokruživanjem na najbliži niži višekratnik 10 MW.

5.1.5 Metodologija za distributivnu mrežu

Određivanje potencijala obnovljive energije blisko je povezano sa mogućnošću konekcije na dostupnu i buduću mrežnu infrastrukturu. Pošto postoji razlika u nivoima napona i u svrsi prenosnih i distributivnih mreža, važno je naglasiti razliku u kapacitetu za povezivanje novih izvora energije i načinu na koji se taj kapacitet definiše. Za razliku od prenosne mreže, čija je prvenstvena zakonski definisana obaveza da obezbijedi sigurni rad elektroenergetskog sistema, distributivna mreža, usljed svoje bliske interakcije sa potrošačima, ima prvenstveno zadatak da obezbijedi kvalitet napajanja povezanim korisnicima. Taj kvalitet napajanja definiše se uže kao kvalitet naponskog profila, koji je pod uticajem novih distribuiranih izvora energije. Shodno tome, definisan je skup kriterijuma za konekciju i njihova se ispunjenost provjerava tokom faze planiranja novih distribuiranih izvora energije. Ti kriterijumi su definisani u okviru Tehničkih preporuka za povezivanje distribuiranih izvora energije u Crnoj Gori i Pravila za funkcionisanje distributivnog sistema električne energije, koje je verifikovala Regulatorna agencija za energetiku i regulisane komunalne djelatnosti. S obzirom na nedavno usvajanje Zakona o energetici i Zakona o korišćenju energije iz obnovljivih izvora, očekuje se ažuriranje Pravila za funkcionisanje distributivnog sistema.

Važno je primijetiti da distributivna mreža u Crnoj Gori obuhvata nivoe od 35 kV, 10 kV i 0,4 kV (takođe postoje i mreže od 20 kV i 6 kV, ali u zanemarlivoj mjeri). Ova analiza obuhvata

samo mreže od 35 kV zbog dostupnosti georeferenciranih podataka. Analogni podaci za druge nivoe napona se pripremaju i ne očekuje se da budu na raspolaganju nekoliko godina zbog broja elemenata koje obuhvataju. S obzirom na tehničke karakteristike mreže od 35 kV u Crnoj Gori (vrste, presjeci, dužina vodova i konfiguracija), maksimalna instalirana snaga koja je interesantna po tački konekcije ne prelazi 5MW. Mreža od 35 kV je radijalna i može biti značajno proširena u područjima Crne Gore sa raštrkanom potrošnjom. Tačke napajanja mreže od 35 kV su trafostanice 110/35 kV, koje, osim u Podgorici i Nikšiu (koji imaju dvije ili više trafostanica), takođe služe kao tačke napajanja za sve gradove u Crnoj Gori.

Da bi se osigurala konekcija i bezbjedan paralelan rad distribuiranih izvora energije sa distributivnim sistemom, moraju se ispuniti sljedeći kriterijumi:

- Dozvoljene devijacije napona (promjena, varijacije),
- Struja kratkog spoja,
- Treperenje (fliker),
- Dozvoljene više harmonijske struje,
- Dozvoljeni viši harmonijski napon,
- Bezbjedna sinhronizacija,
- Maksimalno dozvoljeno ubacivanje jednosmjerne struje,
- Neravnoteža napona,
- Reaktivna snaga.

Kriterijum struje kratkog spoja provjerava se samo za distribuirane izvore sa instaliranim kapacitetom od preko 1 MVA.

Iako se svi navedeni kriterijumi provjeravaju za svaki distribuirani izvor energije, važno je pomenuti da se za fotonaponske elektrane, koje su predmet Studije, provjerava samo kriterijum devijacije napona prije pripreme tehničke dokumentacije. Svi drugi kriterijumi se obrađuju u projektu i mjere tokom probnog rada i stoga ovdje nisu obuhvaćeni.

Maksimalna relativna promjena napona tokom paljenja i gašenja najveće jedinice generatora ne smije da premaši 2% Un, tj. 0,7 kV u apsolutnom iznosu za posmatranu mrežu. Takođe, ako je nekoliko distribuiranih izvora energije povezano na distributivnu mrežu posmatranog nivoa napona, maksimalna relativna promjena napona tokom njihovog istovremenog paljenja/gašenja ne smije da premaši 5% Un, tj. 1,75 kV.

Formula za brzu procjenu ovog kriterijuma je

$\Delta U = S_n / S_{SC}$

Gdje je,

S_n – nominalna snaga distribuiranog izvora energije

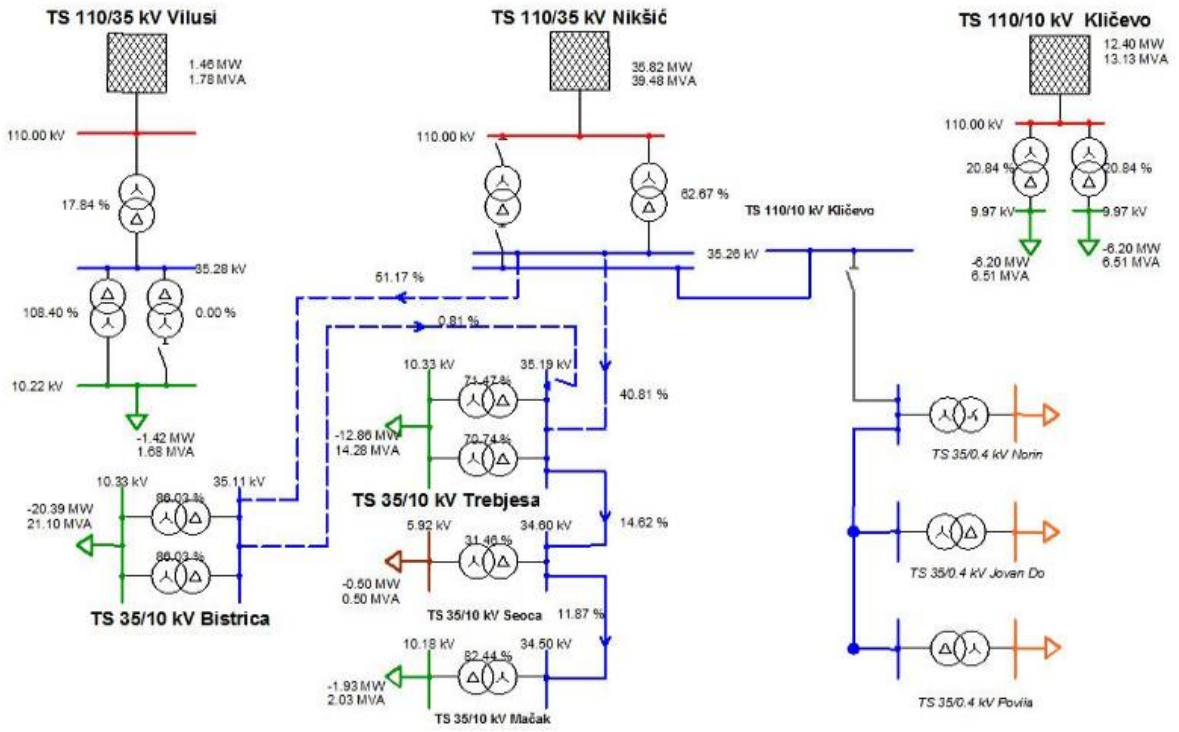
S_{SC} – struja kratkog spoja na tački konekcije

Prema ovoj formuli, može se zaključiti da obavezna struja kratkog spoja na tački konekcije treba da bude 250 MVA za instaliranu struju od 5 MVA. Kada bi takva elektrana bila povezana preko dva transformatora, tada bi struja kratkog kratkog spoja od 125 MVA bila dovoljna (pošto ovaj kriterijum uzima u obzir uključivanje i isključivanje najveće jedinice).

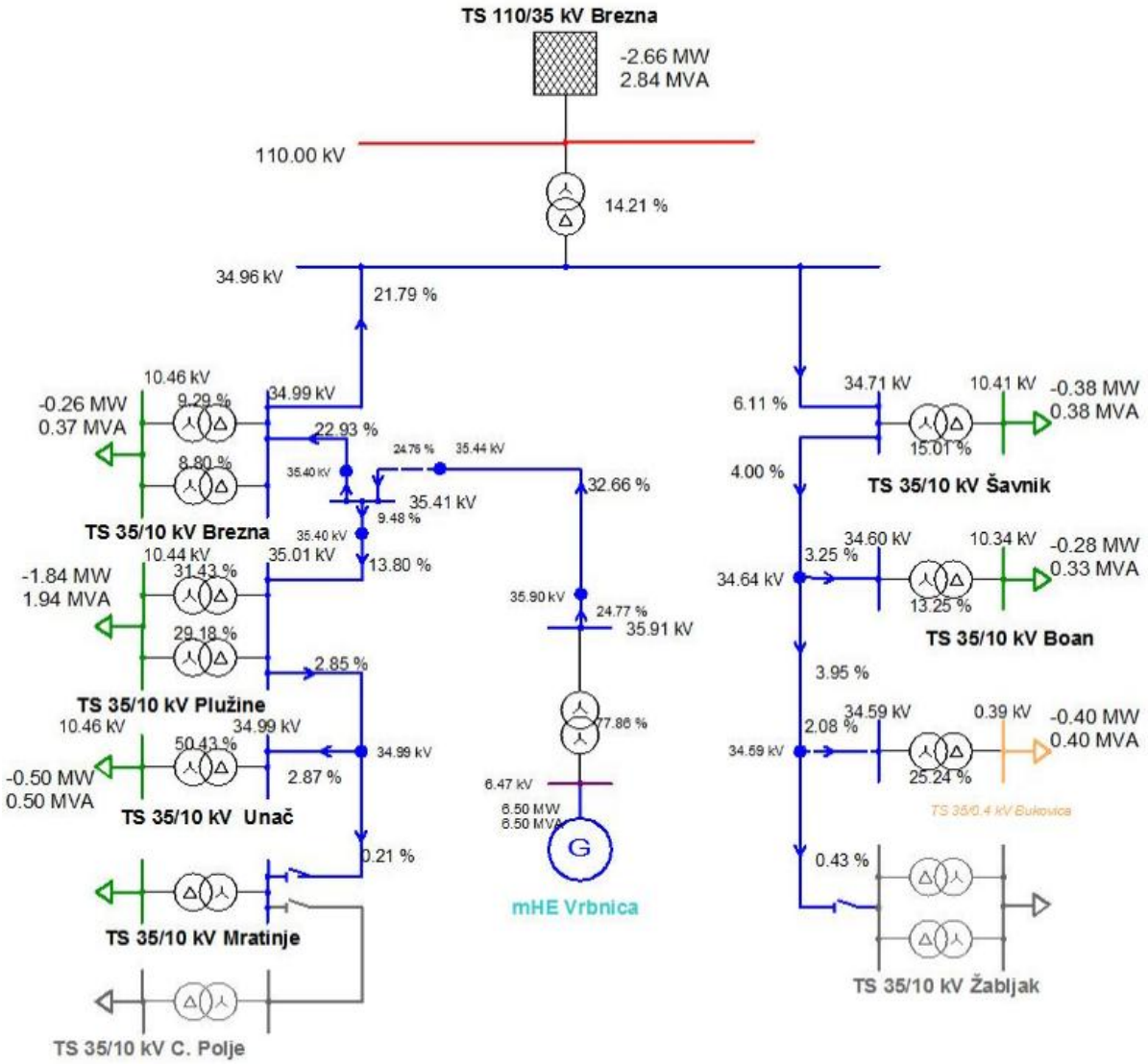
Uz ovaj uslov devijacije napona, važno je naglasiti da vrijednosti napona u mreži u stabilnom stanju mora biti između 33,25 kV i 38 kV.

Osim pomoću ove jednostavne formule, uticaj konektovanja elektrane na mrežu može da se ocijeni vršenjem kalkulacije toka snage za specifično stanje komutacije mreže i planirane tačke konekcije. Međutim, pomenuta ograničenja napona moraju se poštovati. Postupak je iterativan, testira se svaka potencijalna tačka konekcije (u ovom slučaju, čvor mreže 35 kV predstavljen je 35/X kV trafostanicom) da se utvrdi da li fotonaponska elekrana od 5 MW izaziva devijacije napona iznad propisanih ograničenja (u stabilnom stanju ili tokom komutacije). Svaki čvor je razmatran zasebno. Treba napomenuti da svaka promjena u normalnoj konfiguraciji mreže ili dodavanje novog izvora energije iziskuje novu kalkulaciju. Ova procedura daje samo indikativnu procjenu izvodljivosti konekcije, a propisi obavezuju da se radi personalizovana studija za svaku novu konekciju, koja odražava trenutne uslove mreže.

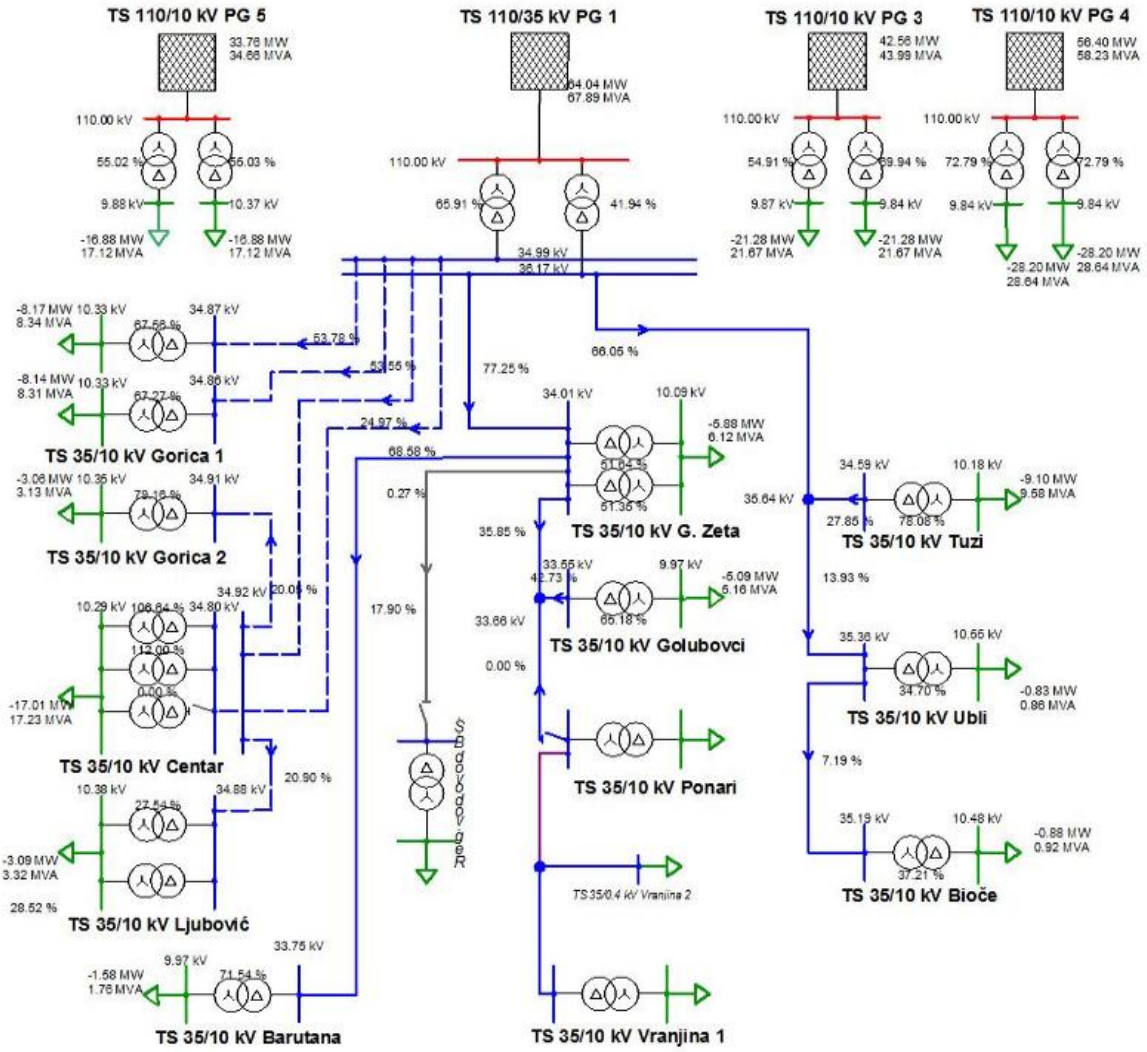
Slijedi pregled stanja mreže od 35 kV u smislu uslova napona i opterećenja za svih sedam regiona.



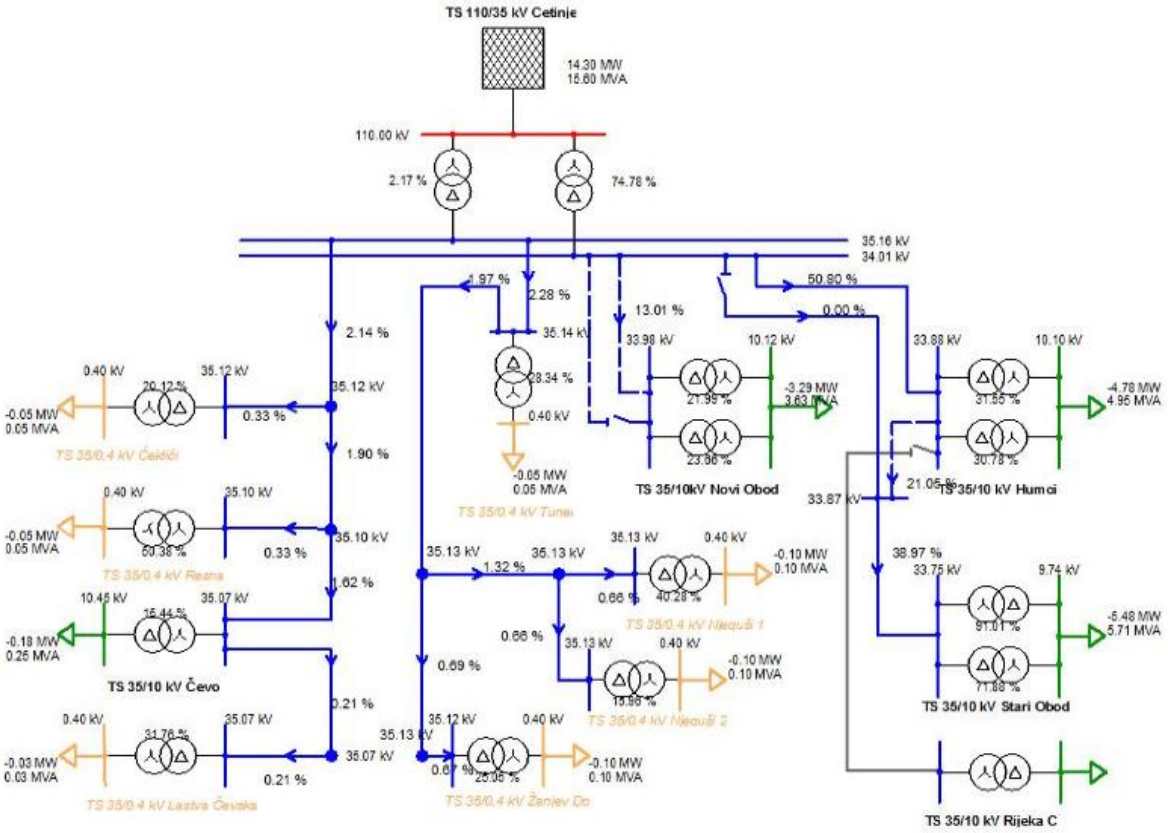
Slika 5.1 Profil napona i opterećenje za mrežu od 35 kV u Nikšiću



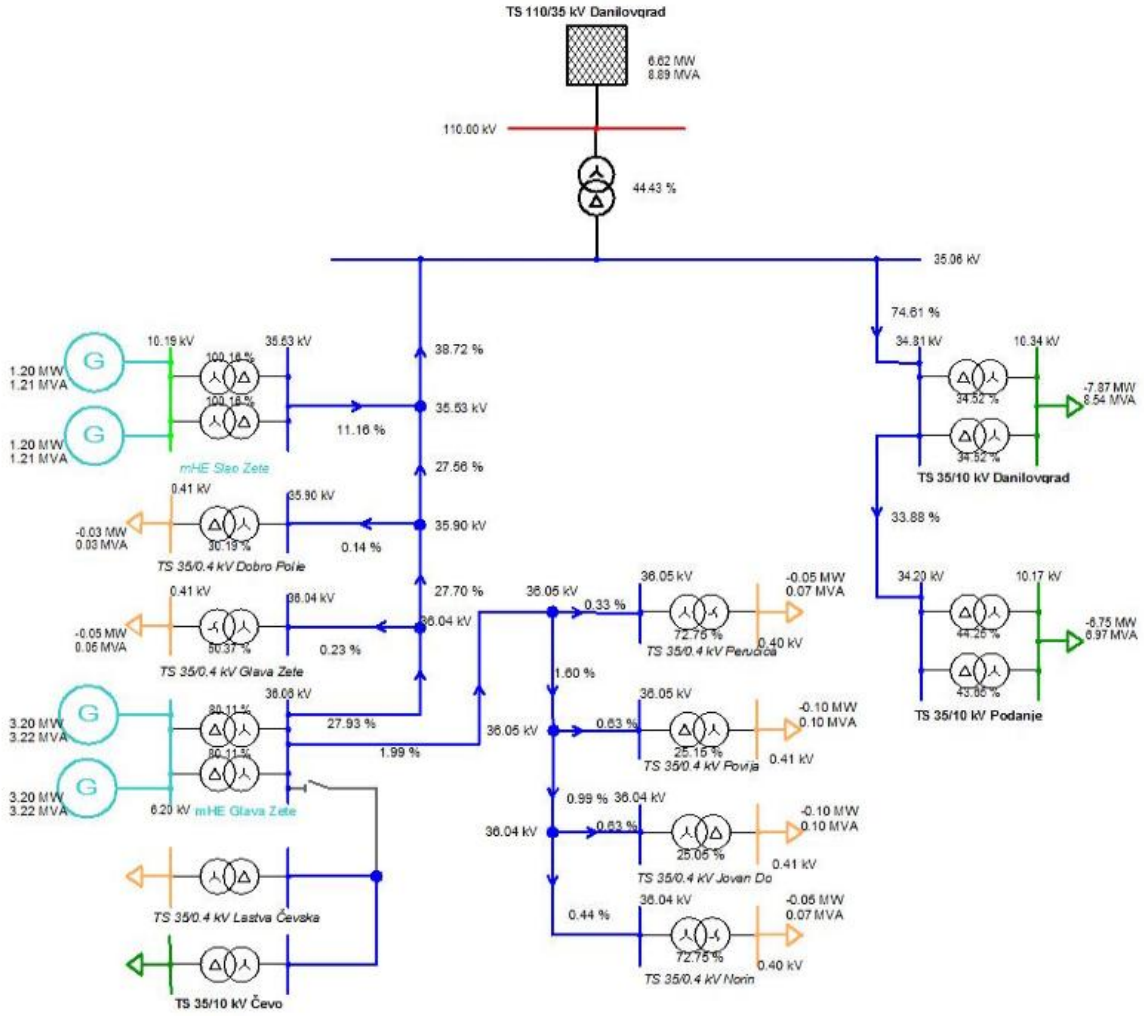
Slika 5.2 Profil napona i opterećenje za mrežu od 35 kV sa Trafo-stanice Brezna



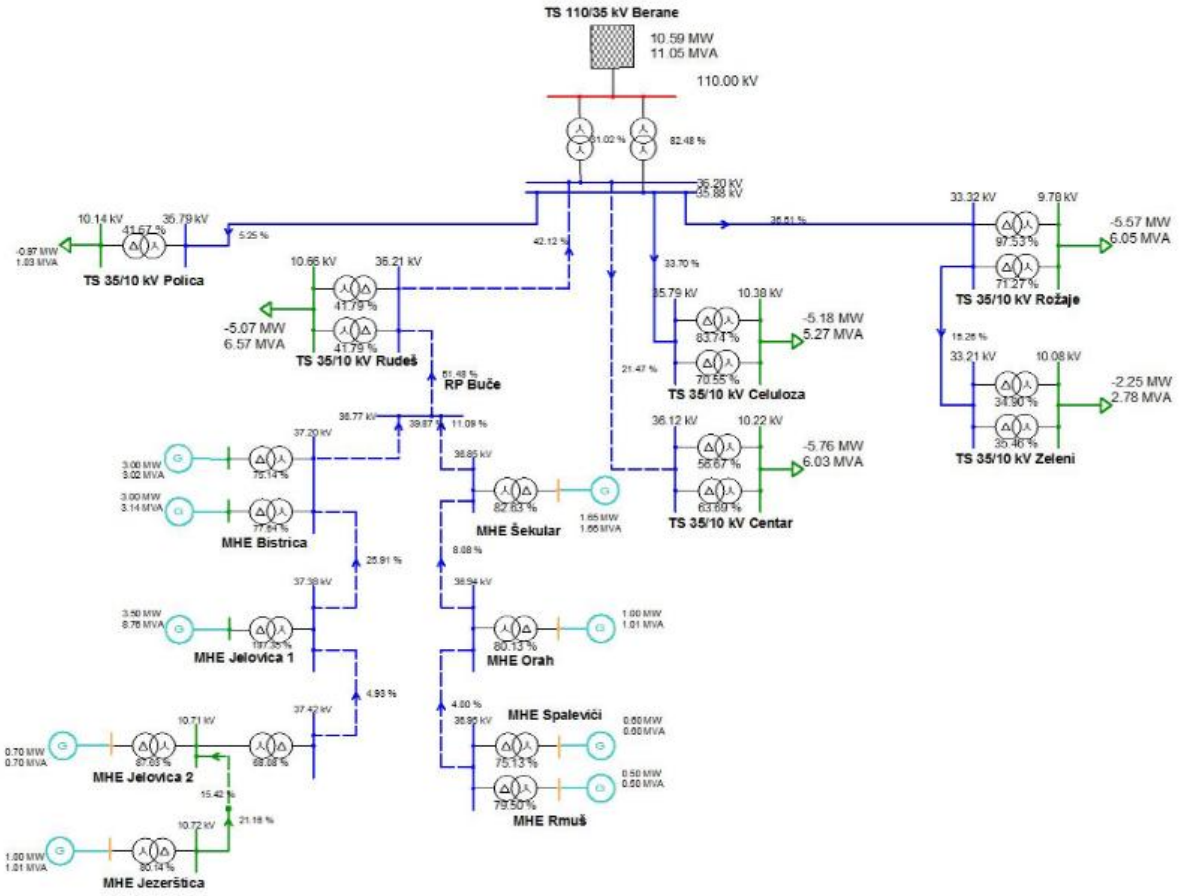
Slika 5.3 Profil napona i opterećenje za mrežu od 35 kV sa Trafo-stanice TS PG1



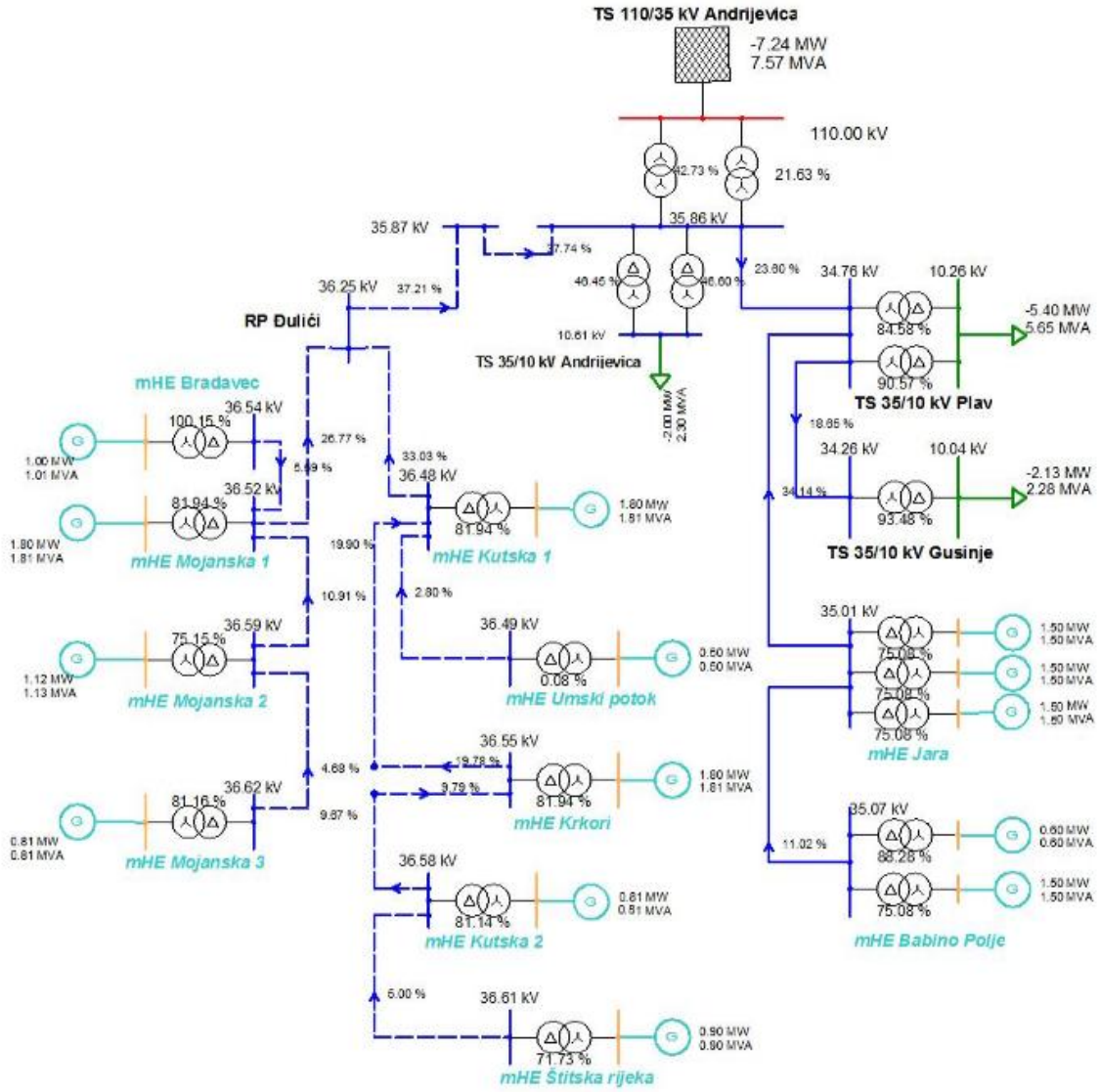
Slika 5.4 Profil napona i opterećenje za mrežu od 35 kV sa Trafo-stanice TS Cetinje



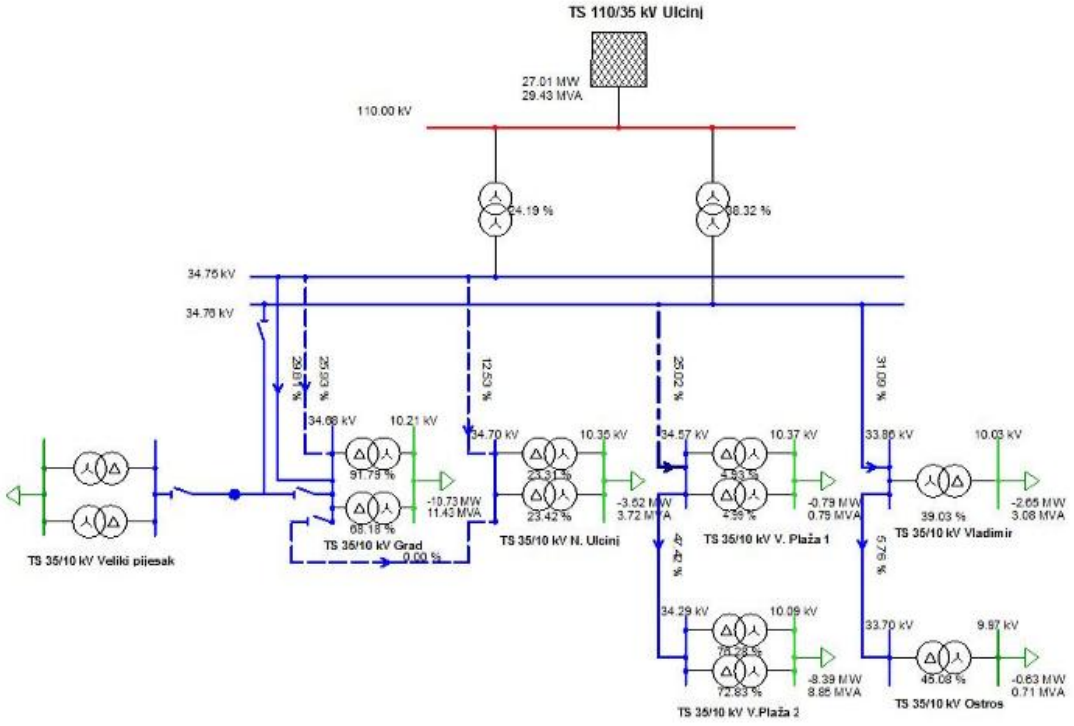
Slika 5.5 Profil napona i opterećenje za mrežu od 35 kV sa Trafo-stanice Danilovgrad



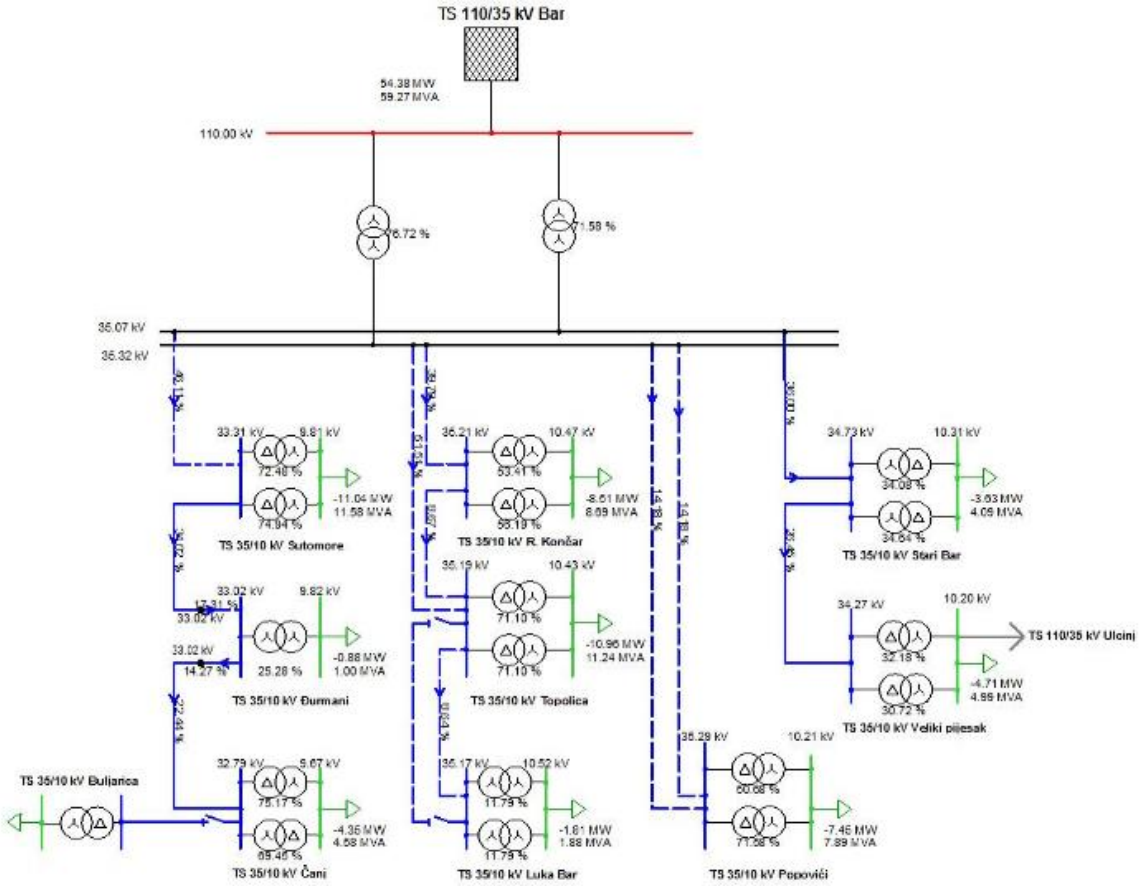
Slika 5.6 Profil napona i opterećenje za mrežu od 35 kV sa Trafo-stanice Berane



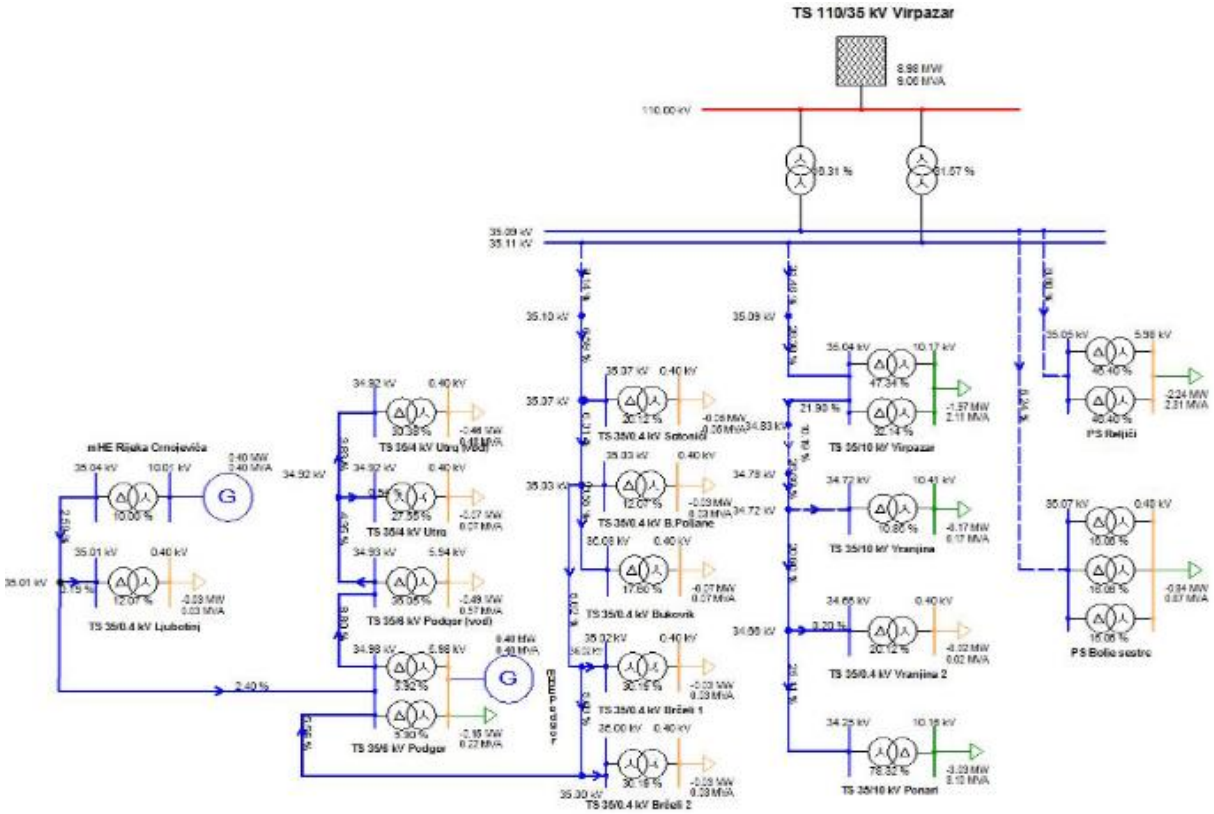
Slika 5.7 Profil napona i opterećenje za mrežu od 35 kV sa Trafo-stanice Andrijevica



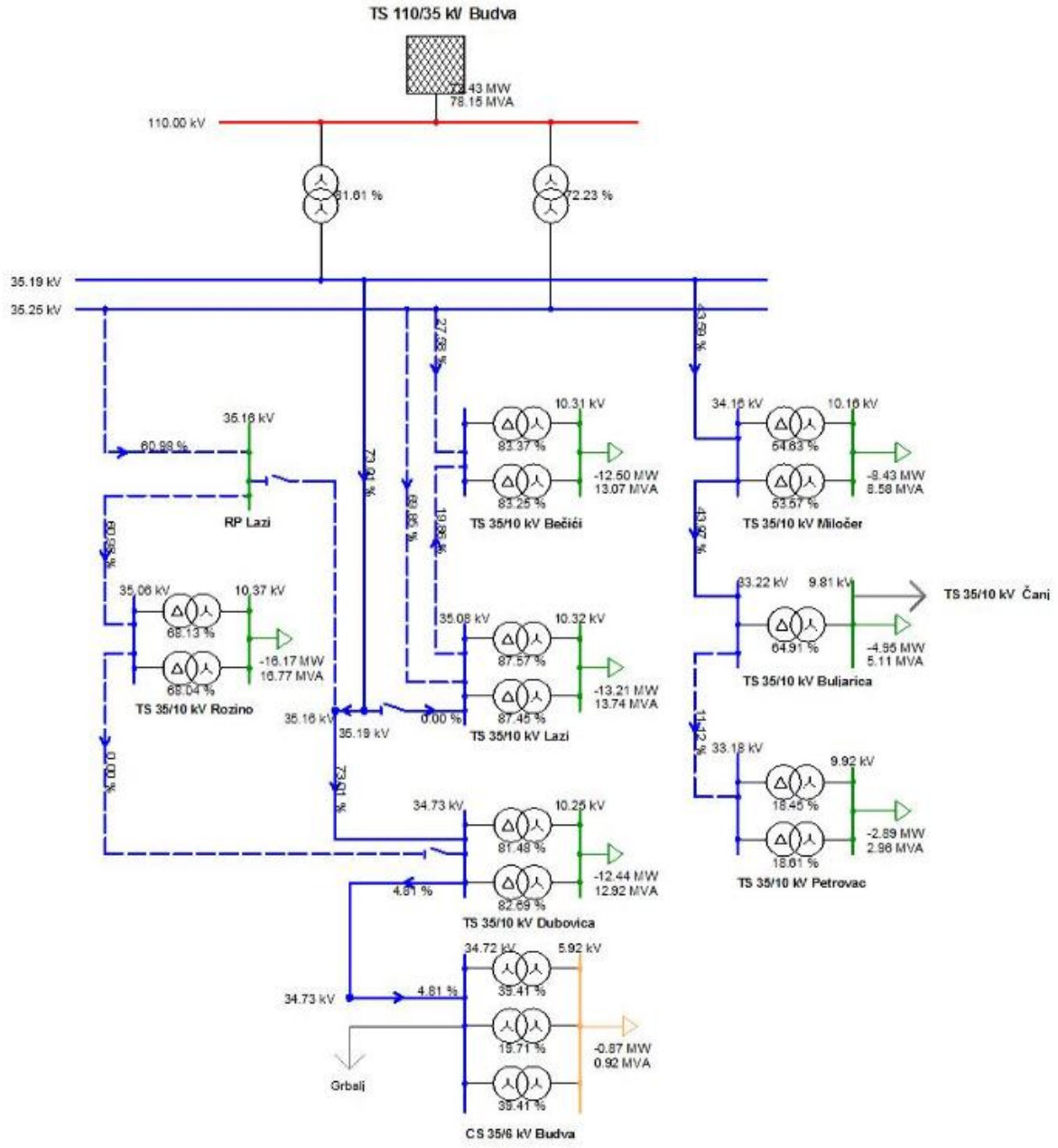
Slika 5.8 Profil napona i opterećenje za mrežu od 35 kV sa Trafo-stanice TS Ulcinj



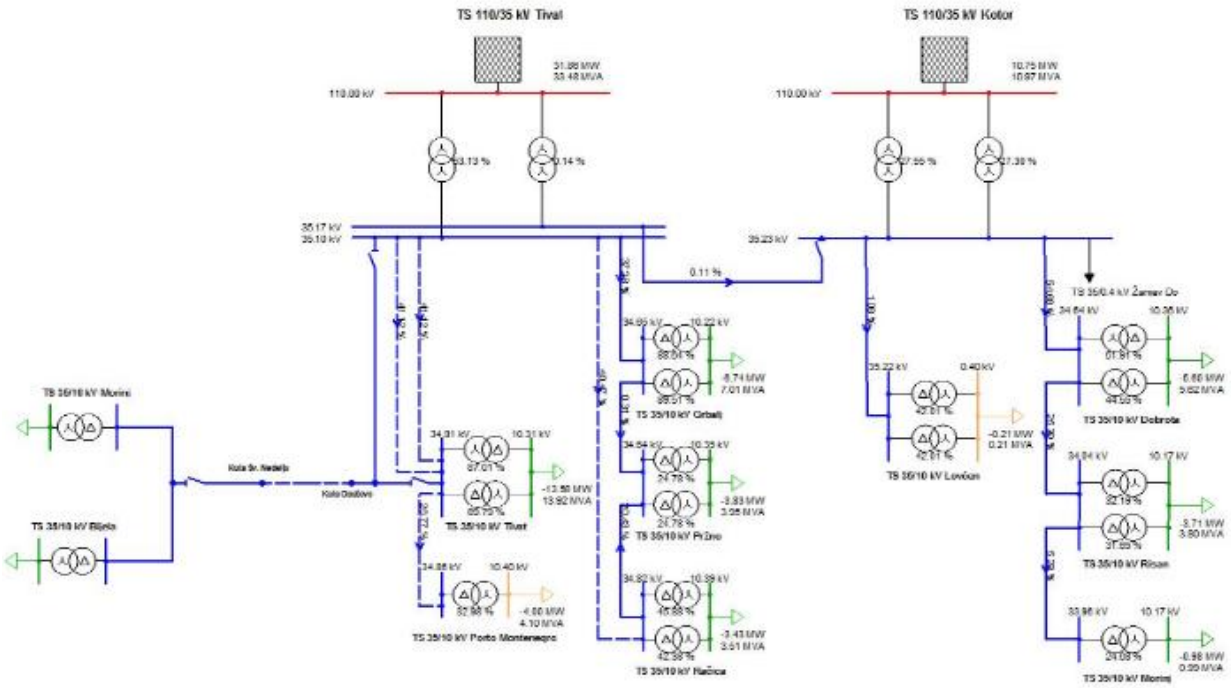
Slika 5.9 Profil napona i opterećenje za mrežu od 35 kV sa Trafo-stanice Bar



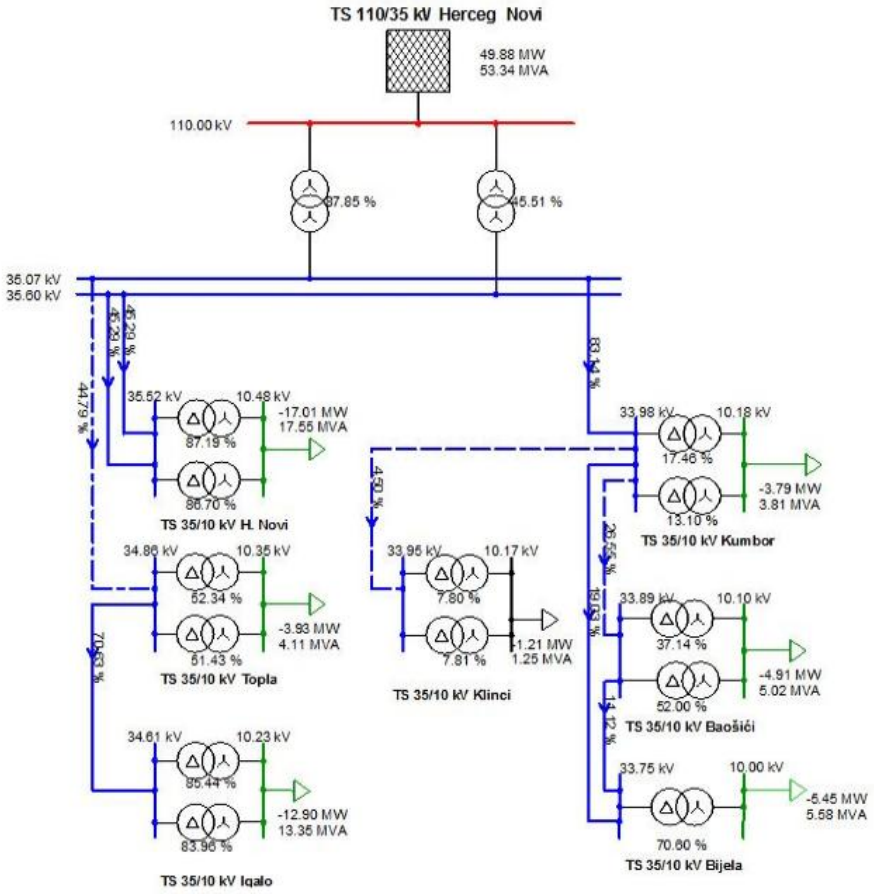
Slika 5.10 Profil napona i opterećenje za mrežu od 35 kV sa Trafo-stanice Virpazar



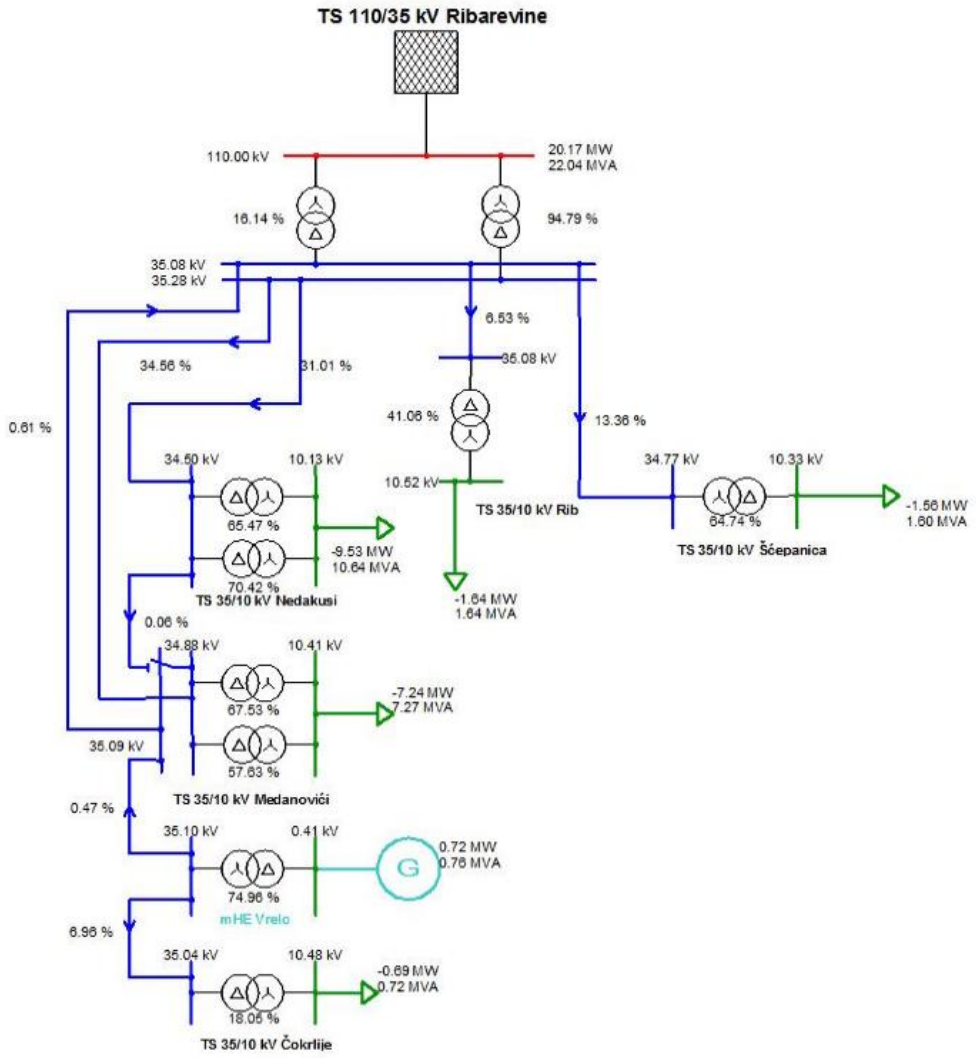
Slika 5.11 Profil napona i opterećenje za mrežu od 35 kV sa Trafo-stanice Budva



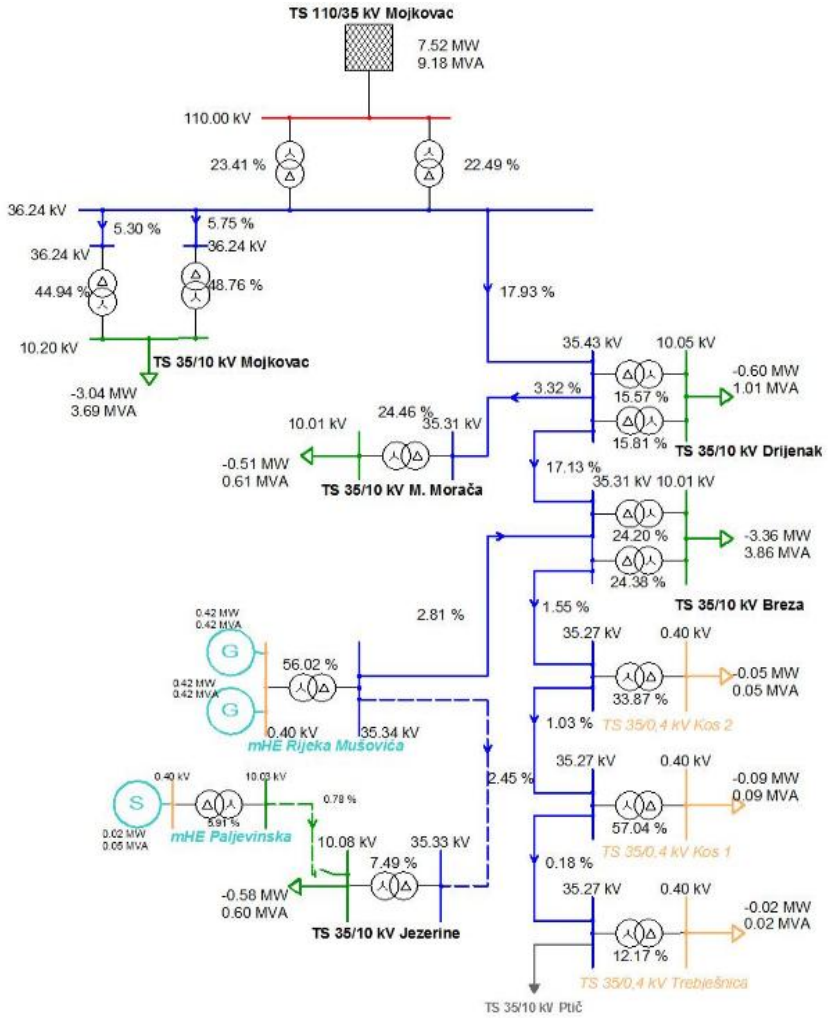
Slika 5.12 Profil napona i opterećenje za mrežu od 35 kV sa Trafo-stanica Tivat i Kotor



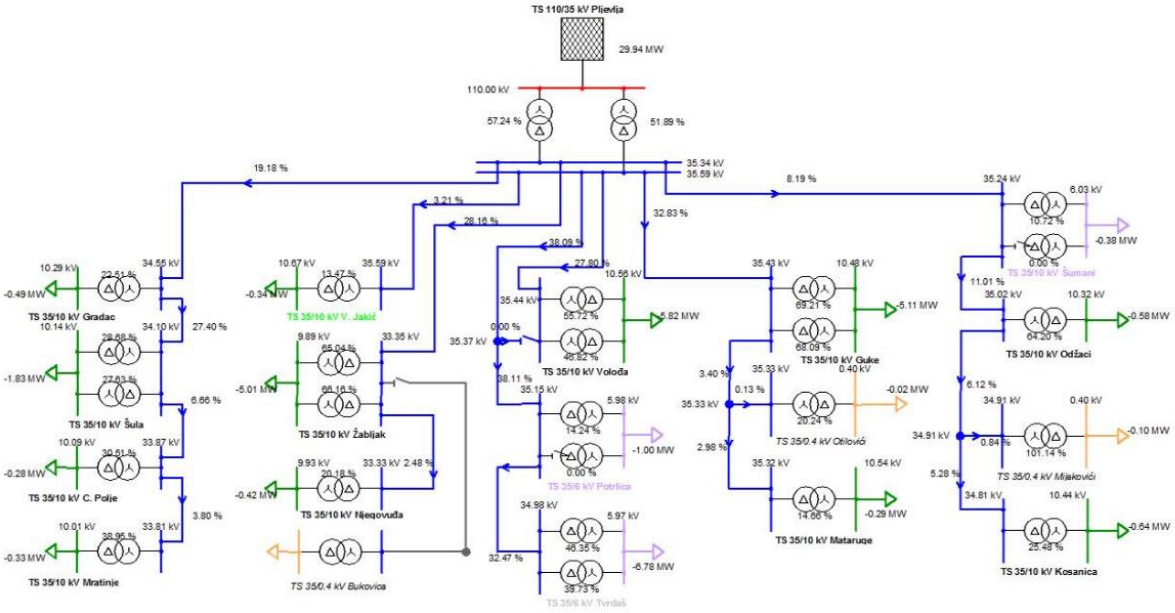
Slika 5.13 Profil napona i opterećenje za mrežu od 35 kV sa Trafo-stanice Herceg Novi



Slika 5.14 Profil napona i opterećenje za mrežu od 35 kV sa Trafo-stanice Ribarevine



Slika 5.15 Profil napona i opterećenje za mrežu od 35 kV sa Trafo-stanice TS Mojkovac



Slika 5.16 Profil napona i opterećenje za mrežu od 35 kV sa Trafo-stanice Pljevlja

Tabela 5.1 Pregled čvorova mreže od 35 kV

Trafostanica	Kapacitet za konekciju [MW]
TS 35/10 kV Rudeš	5
TS 35/10 kV Centar Berane	5
TS 35/10 kV Velimir Jakić	0
TS 35/10 kV Šavnik	5
TS 35/10 kV Žabljak	5
TS 35/10 kV Barutana	0
TS 35/10 kV Njegovuđa	5
TS 35/10 kV Lazi	5
TS 35/10 kV Odžaci	0
TS 35/10 kV Bečići	5
TS 35/10 kV Ljubović	0
TS 35/10 kV Gornja Zeta	0
TS 35/10 kV Rožaje	0
TS 35/10 kV Plav	5
TS 35/10 kV Gusinje	5
TS 35/10 kV Medanovići	0
TS 35/10 kV Čokrlije	0
TS 35/10 kV Ptič	0
TS 35/10 kV Nedakusi	0
TS 35/10 kV Šćepanica	0
TS 35/10 kV Andrijevica	5
TS 35/10 kV Drijenak	5
TS 35/10 kV Kolašin (Breza)	5
TS 35/10 kV Šule	0
TS 35/10 kV Bioče	0
TS 35/10 kV Ubli	0
TS 35/10 kV Tuzi	5
TS 35/10 kV Police	0
TS 35/10 kV Brezna	5
TS 35/10 kV Crkvičko Polje	0
TS 35/10 kV Zeleni	5
TS 35/6 kV Celuloza	0
TS 35/10 kV Podanje	0
TS 35/10 kV Čevo	0
TS 35/10 kV Rijeka Crnojevica	0
TS 35/10 kV Humci	5
TS 35/10 kV Boan	0

Trafostanica	Kapacitet za konekciju [MW]
TS 35/10 kV Plužine	5
TS 35/10 kV Gradac	0
TS 35/10 kV Poddubovica	0
TS 35/10 kV Grbalj	0
TS 35/10 kV Račica	0
TS 35/6 kV Podgor	0
TS 35/10 kV Pržno	5
TS 35/10 kV Guke	0
TS 35/10 kV Šumani	0
TS 35/10 kV Morinj	0
TS 35/10 kV Risan	5
TS 35/10 kV Dobrota	5
TS 35/10 kV Volođa	0
TS 35/10 kV Mataruge	0
TS 35/10 kV Klicevo	0
TS 35/10 kV Škaljari	5
TS 35/10 kV Kosanica	0
TS 35/10 kV Manastir Morača	0
TS 35/10 kV Virpazar	5
TS 35/10 kV Vladimir	0
TS 35/10 kV Ostros	0
TS 35/10 kV Grad	5
TS 35/10 kV Velika Plaža 1	5
TS 35/10 kV Velika Plaža 2	5
TS 35/10 kV Veliki Pijesak	5
TS 35/10 kV Stari Bar	5
TS 35/10 kV Sutomore	5
TS 35/10 kV Đurmani	5
TS 35/10 kV Čanj	5
TS 35/10 kV Buljarica	5
TS 35/10 kV Miločer	5
TS 35/10 kV Tivat	5
TS 35/10 kV Bijela	5
TS 35/10 kV Kumbor	5
TS 35/10 kV Topla	5
TS 35/10 kV Igalo	5
TS 35/10 kV Herceg Novi	5
TS 35/10 kV Ponari	0

Trafostanica	Kapacitet za konekciju [MW]
TS 35/10 kV Trebjesa	5
TS 35/10 kV Danilovgrad	5
TS 35/10 kV Seoca	0
TS 35/10 kV Mačak	0
TS 35/10 kV Rudnik Tvrdas	0
TS 35/10 kV Golubovci	5
TS 35/6 kV Bolje sestre	0
TS 35/10 kV Mratinje	0
TS 35/10 kV Novi Obod	5
TS 35/10 kV Unač	0
TS 35/10 kV Stari Obod	5
TS 35/10 kV Topolica	5
TS 35/10 kV Gorica A	0
TS 35/10 kV Gorica B	0
TS 35/10 kV Centar Podgorica	0
TS 35/10 kV Bistrica	0
TS 35/10 kV Rade Končar	0
TS 35/10 kV Luka Bar	0
TS 35/10 kV Arsenal Porto Montenegro	0

Važno je istaći da je određeni broj uslova za konekciju već izdat, što ima prioritet nad budućim zahtjevima.

Tabela 5.2 Pregled planirane distribucije elektrana

Investitor	Snaga[MW]	Opština
"KIPS" d.o.o Podgorica	0,90	Bar
Danilović Marija	0,60	Bar
"Solar Sing" d.o.o Bijelo Polje	4,80	Bijelo Polje
"BP Energy" d.o.o Bijelo Polje	4,25	Bijelo Polje
Slobodan Šćekić	4,50	Bijelo Polje
"Čevo solar" d.o.o Cetinje	3,25	Cetinje
Dejan Marinović	1,00	Cetinje
Vukčević Ana i Marković Vladimir	1,00	Cetinje
Predrag Mirjanić	3,06	Danilovgrad
Zeković Milija	1,50	Danilovgrad
Šaranović Boban, Milosav i Đorđija	1,60	Danilovgrad
Top dizajn d.o.o. Podgorica	0,30	Danilovgrad
Žarko Pajović	2,50	Kolašin
Igor Ercegović	2,03	Kotor
"KIPS" d.o.o Podgorica	1,35	Kotor
Gobović Tihomir i Lazar	2,00	Kotor

"Internorma" d.o.o Podgorica	5,00	Nikšić
"R-SOLAR" d.o.o. Nikšić	4,00	Nikšić
"Župa solar" d.o.o. Podgorica	3,00	Nikšić
"MWP" d.o.o Podgorica	4,00	Nikšić
"Solar elektro" d.o.o. Nikšić	1,00	Nikšić
Elektroprivredna Crne Gore	4,80	Nikšić
Elektroprivredna Crne Gore	4,80	Nikšić
Elektroprivredna Crne Gore	9,60	Nikšić
Vanja Maksimović	0,70	Nikšić
Kešeljević Vojin	2,00	Nikšić
"EnergoFinanzza" d.o.o. Podgorica	5,00	Podgorica
Internorma d.o.o Podgorica	3,13	Podgorica
Stojanović Lado	4,00	Podgorica
"MK Energy" d.o.o. Podgorica	5,00	Podgorica
"ZT Energy" d.o.o. Podgorica	4,50	Podgorica
"Voli trade" d.o.o Podgorica	2,00	Podgorica
"KIPS" d.o.o Podgorica	2,40	Podgorica
Vujošević Zoran	4,80	Podgorica
"MK Energy" d.o.o. Podgorica	5,00	Rožaje
"TZ Energy" d.o.o Tuzi	2,25	Tuzi
"Phyllon" d.o.o. Tuzi	10,00	Tuzi
E.C."Auto trade" d.o.o. Tuzi	1,00	Tuzi
Dedić Bajo	0,70	Ulcinj
Vukčević Žarko i Drano	5,00	Ulcinj
Vukčević Žarko i Drano	1,00	Ulcinj
Enver Lika	4,00	Ulcinj
Enver Lika	3,00	Ulcinj
"Agrolife Montenegro" d.o.o. Podgorica	5,00	Ulcinj
Herceg Novi - SE Ćukoš	3,60	Herceg Novi
Herceg Novi - SE Sasovići	5,00	Herceg Novi
Zoran Dedeić	3,00	Žabljak
Ukupno [MW]	**152,92**	

5.2 Pristup javnih konsultacija u projektu MEGA

Paralelno sa tehničkim radom na identifikovanju optimalnih lokacija za izgradnju solarnih i vjetroelektrana, u periodu od juna do oktobra 2025. Godine, osmišljen je i implementiran proces učešća građana.

Alatka Geografski informacioni sistem za učešće građana (engl. *Public Participation Geographic Information System* - PPGIS) upotrebljena je za konsultacije sa opštom javnošću i lokalnim zajednicama u šest opština: Bijelo Polje, Cetinje, Kotor, Nikšić, Pljevlja i Podgorica. Ove opštine odabrane su jer imaju značajne energetske razvojne potencijale i niski ekološki i

društveni konflikt. Korišćenje alatke PPGIS omogućilo je građanima da identifikuju lokacije koje nisu pogodne za solarne i vjetroelektrane zbog velikih društvenih vrijednosti.[20].

Alatka PPGIS implementirana je uživo na radionicama i onlajn. Uz mapiranje, radionice su uključivale i diskusije o stavovima prema razvoju obnovljive energije i povezanim pitanjima. Ciljevi procesa konsultovanja građana u okviru projekta MEGA bili su:

- Da se obezbijedi učešće javnosti u ranoj fazi planiranja razvoja obnovljive energije;
- Da se lokalnim stanovnicima omogući da mapiraju područja koja imaju ključne ekološke, ekonomske, kulturne i druge društvene vrijednosti pripisane pejzažu (bez binarnih pitanja);
- Da se validiraju grubi podaci prikupljeni za lokacije na kojima se testira PPGIS;
- Da se dopune grubi podaci sa podacima prikupljenim kroz PPGIS na testnim lokacijama;
- Da se prikupe informacije o dodatnim klasama društvenih vrijednosti koje mogu biti preskočene u procesu pametnog odabira lokacija;
- Da se identifikuju korjenski uzroci konflikata i uslovi za prihvatanje od strane građana;
- Da se naglasi donosiocima odluka i investitorima koji su to potencijalni rizici otpora, razlozi, pristupi za ublažavanje rizika i šeme benefita.

5.2.1 Proces konsultacija i prikupljanje podataka

Onlajn konsultacije

U periodu od preko četiri sedmice (od 1. septembra do 3. oktobra) PPGIS alatka mogla je da se koristi onlajn za tri opštine sa visokim potencijalom za razvoj solarnih i vjetroelektrana: Bijelo Polje, Kotor i Podgorica. Bijelo Polje i Podgorica imaju mali ekološki i društveni konflikt, a Kotor ima veliku gustinu kulturnih i istorijskih vrijednosti. Zbog toga je Kotor odabran za PPGIS aplikaciju da ocijeni značaj kulturnih i istorijskih lokacija za lokalne zajednice i da obezbijedi da razvoj ne ide na štetu njegovog bogatog nasljeđa.

Radionice uživo

Radionice su održane da bi se prikupilo lokalno znanje, preference i zabrinutosti u procesu identifikacije optimalnih lokacija za razvoj energije vjetra i sunca. Cilj je bio da se obezbijede blagovremene informacije i da se građani uključe u proces planiranja, dok se u isto vrijeme identifikuju oblasti koje imaju različite vrijednosti za lokalne zajednice. Sa tim ciljem, učesnici su pozvani da označe vrijedne lokacije korišćenjem alatke za mapiranje PPGIS i da razgovaraju o budućnosti razvoja energije vjetra i sunca u Crnoj Gori.

Radionice su zajedno organizovali TNC (engl. *The Nature Conservancy*) i Eko-tim (lokalni partner) u tri opštine koje su odabrane zbog visokog potencijala za razvoj energije sunca i vjetra

[20] Lista društvenih vrijednosti (kao što su biodiverzitet, prirodni resursi, pejzaž i estetske vrijednosti, ekonomske aktivnosti, kvalitet života, tradicionalno korišćenje prostora i ostali) integrisana u PPGIS, određena je kroz analizu odgovora na anketu koja je osmišljena prvenstveno da se dobiju mišljenja ključnih aktera o značaju različitih kriterijuma za analizu osjetljivosti i izračunavanje faktora za ponderisanje za izradu mapa konflikata. Odgovore na anketu dalo je 25 profesionalaca iz nacionalnih i lokalnih institucija i organizacija.

i niskog ekološkog i društvenog konflikta (na osnovu preliminarne ocjene podataka). Opštine i datumi radionica bili su:

- Nikšić, 9. septembar 2025.
- Cetinje, 11. septembar 2025.
- Pljevlja, 18. septembar 2025.

Pozivi su poslati nizu različitih lokalnih ključnih aktera koje je identifikovao Eko-tim. Ove radionice najavljene su i putem nacionalnih elektronskih i štampanih medija.[21], TV Nikšić, raznih veb portala (Nikšić, Pljevlja i Podgorica) i novina (Cetinje, Pljevlja, i drugi). Društveni mediji i medijski istupi takođe su korišćeni da se distribuiraju infomacije o radionicama i upotrebi PPGIS alatke.

U radionicama je učestvovalo ukupno **54 osobe**[22]: 19 u Nikšiću, 14 na Cetinju i 21 u Pljevljima. Učesnici su bili različitog profila (npr. biolozi, istoričari, preduzetnici, poljoprivrednici, inženjeri, nastavnici, arhitekte, pejzažni arhitekte) i u rasponu godina od 18 do 80. Većina učesnika su bili predstavnici lokalnih samouprava (opštinske vlasti) i konkretno mjesnih zajednica[23]. Takođe su prisustvovali predstavnici obrazovnih institucija, kulturnih organizacija, rukovodioci nacionalnih parkova, komunalnih kompanija, turističkih organizacija, energetskih kompanija i civilnog društva.

Na osnovu odgovora iz formulara za ocjenu radionice, može se zaključiti da je većina učesnika saznala za radionicu kroz direktan poziv, dok je jedan broj njih obavješten kroz društvene mreže i medije.

Radionice su obuhvatale **dvije sesije**:

1. Predstavljanje alatke PPGIS, nakon čega su se učesnici registrovali i mapirali lokacije koje smatraju značajnim za svoje zajednice;
2. Razgovor o budućem razvoju energije sunca i vjetra na teritoriji njihovih opština, sa fokusom na:
    a. Uticaj obnovljivih izvora energije na vrijednosti i područja značajna za lokalne zajednice,
    b. Stavove prema projektima obnovljivih izvora energije i uslovima za njihovo prihvatanje,
    c. Ranija iskustva u procesima učešća građana.

Sesije su vodili članovi tima projekta MEGA.

Slijedi prikaz **najznačajnijih nalaza i predmeta diskusije**.

[21] Dnevne novine Pobjeda, portali CdM i Aktuelno, poslovni portali eKapija i Bankar.me, agencija Mina.
[22] Ne računajući organizatore i članove tima MEGA.
[23] Mjesna zajednica dio je sistema lokalne samouprave, čija je svrha da omogući direktno učešće građana u javnim poslovima. Kroz Mjesnu zajednicu, građani mogu da učestvuju u odlučivanju o pitanjima kao što su organizacija naselja, stanovanje, zaštita potrošača, sport i kultura, zaštita životne sredine i drugo.

Na sve tri radionice, tokom diskusija, učesnici su se fokusirali na održive lokacije za razvoj energije sunca i vjetra, a ne na vrijednosti i prostore koji treba da budu zaštićeni od tog razvoja. Učesnicima se pomoglo u tehničkom smislu da mapiraju vrijednosti i područja koja bi trebalo sačuvati. Data su im uputstva kako sami da koriste PPGIS alatku, ali neki od njih radije su mapiranje vršili u paru. Ovaj pristup smanjio je broj unesenih lokacija, jer su unosi tumačeni kao da dolaze sa jednog naloga. Nakon ovog praktičnog rada, učesnici su pozvani da informacije podijele sa svojim porodicama, susjedima i poznanicima da bi se dobila povratna informacija od što većeg broja ljudi.

Većina učesnika izrazila je da cijene nastojanja koja se ulažu u okviru projekta MEGA. Prepoznat je potencijal PPGIS alatke u pružanju pomoći da se identifikuju vrijednosti koje treba sačuvati i konflikata vezanih za budući razvoj solarnih i vjetroelektrana. Takođe je izraženo interesovanje (na radionici u Pljevljima) za moguće korišćenje ove alatke u drugim planskim procesima.

Ipak, izražene su i neke bojazni, naviše oko korisnosti i djelotvornosti ove aktivnosti za odluke o budućem razvoju OIE. U tom su smislu pomenuta negativna iskustva sa ranijim procesima učešća građana i razvojem energetskih projekta. Takođe je istaknuto (Nikšić, Pljevlja) da ove vrste konsultacija treba da vode relevantne institucije, a ne civilno društvo.

Iako je rana uključenost javnosti u proces planiranja prepoznata kao veoma važna i kao primjer dobre prakse, učesnici su pomenuli primjere energetskih projekata koji se razvijaju bez obavještavanja i konsultovanja građana (npr. vjetroelektrana u Pljevljima). Proces planiranja za solarne elektrane na Čevu (opština Cetinje) ukupnog kapaciteta od više od 1.500 MW takođe je pomenut u negativnom kontekstu, jer su početne faze projekta dovele do velike prodaje zemljišta investitorima, što je izazvalo značajne socijalne promjene u ovom nerazvijenom ruralnom području. Iako je bilo omogućeno učešće građana kroz procjenu uticaja na životnu sredinu, učesnici su bili mišljenja da to nije bilo smisleno i da su u tom konkretnom slučaju (izgradnja solarne elektrane na Čevu), konsultacije projekta MEGA došle prekasno.

Uprkos različitim prilikama za učešće građana, učesnici su ocijenili da nije vjerovatno da će građani učestvovati u javnim debatama ukoliko ne osjećaju da su uključeni njihovi lični interesi. Isto se može reći i za organizaciju i realizaciju aktivnosti koje su od šireg javnog interesa. Građanski aktivizam i volonterizam su na niskom nivou i nastojanja da se uradi nešto dobro za zajednicu često nailaze na sumnjičavost. Potrebno je raditi na tome da se situacija promijeni, prvenstveno kroz obrazovni sistem i aktivnosti koje uključuju djecu.

Neki učesnici izrazili su nelagodu prema korišćenju PPGIS-a. Nije im bilo prijatno da ukazuju na odgovarajuće ili neodgovarajuće lokacije za razvoj obnovljive energije u ime drugih (uprkos tome što su organizatori objasnili da treba da rade mapiranje na osnovu svog ličnog znanja i preferenci). Na svim radionicama date su sugestije da se posjete sve Mjesne zajednice i/ili da se organizuju skupštine građana, na kojma će se prikupljati mišljenja direktno od zainteresovanih. Navedeno je da bi takva praksa bila inkluzivna za ljude koji nemaju pristup društvenim mrežama i vijestima, ili ljude koji žive u udaljenim ruralnim područjima i koji možda nisu u mogućnosti da učestvuju u radionicama. U isto vrijeme, pomoć bi se mogla pružiti onima koji možda nisu upoznati sa modernim tehnologijama. Nakon radionica, PPGIS

alatka je bila dostupna oko dvije sedmice. Učesnici su istakli da je to vrijeme prekratko, posebno ako je potrebno da se informacije o PPGIS podijele sa drugim članovima zajednice. Zbog toga se projektni tim saglasio da prvobitno planirani rok produži za nedjelju dana.

Stavovi prema realizaciji projekata solarnih i vjetroelektrana razlikovali su se u velikoj mjeri u zavisnosti od opštine i/ili od pojedinca. U Nikšiću, nekoliko učesnika je ukazalo na područja koja se doživljavaju kao veoma povoljna za razvoj obnovljive energije (npr., Bogetići, Banjani, Grahovo, Golija) dok je na Cetinju mišljenje bilo da za izgradnju solarnih i vjetroelektrana ne bi trebalo ukloniti nijedan jedini grm i da ruralni prostor treba sačuvati za buduće generacije.

Učesnici su ocijenili da prihvatljivost projekata obnovljive energije za lokalno stanovništvo u velikoj mjeri zavisi od vrste i vlasništva nad projektom. U tom smislu, projekti u vlasništvu države bolje su prihvaćeni od onih koje pokreću privatni investitori. Rasprostranjeno nepovjerenje u društvu[24], kao i nedostatak transparentnosti u nekim projektima i slučajevi korupcije iz prošlosti takođe negativno utiču na prihvatljivost OIE projekata.

Projekti sa energijom sunca i vjetra doživljavaju se kao ekonomski profitabilni, ali je postavljeno i pitanje: ko ima koristi od njih? Solarne elektrane mogu da se grade u mnogim područjima, ali nije jasno koji će biti benefiti za selo gdje se oni izgrade. Neki učesnici su istakli da negativni uticaj na lokalne zajednice sigurno postoji, i da se o prihvatljivosti može razgovarati samo za konkretne projekte (a ne uopšteno). Sve u svemu, naglašeno je da se otpor lokalnih zajednica može smanjiti, između ostalog, novim mogućnostima zapošljavanja za lokalne zajednice, unapređenjem lokalne infrastrukture i nižim cijenama električne energije.

Drugi važni stavovi koji su izraženi tokom radionica uključuju sljedeće:

- Za razvoj OIE, treba najprije koristiti degradirana područja (otvorene rudnike, lokacije za odlaganje otpada, stare industrijske zone i slično);
  Organizatorima su date informacije o dodatnim izvorima (studije, projekti) koji bi se mogli koristiti da se mapiraju vrijedna područja za opštinu Nikšić;
- Naglašena je potreba za jačanjem saradnje između građana, civilnog društva i javne uprave/države
- Rezultati MEGA projekta mogu da se uzmu u obzir za pripremu lokalnih prostornih planova.

Tokom ove tri radionice, razmijenjeno je mnogo korisnih informacija i izraženo mnogo različitih stavova, a mogu se izdvojiti sljedeći najvažniji **zaključci**:

- Postoji nizak nivo povjerenja u procese konsultovanja građana u Crnoj Gori i skepticizam da će se mišljenja građana uzeti u obzir u procesima odlučivanja.
- Učesnici su imali poteškoća u mapiranju vrijednih lokacija koje treba poštedjeti od izradnje elektrana na obnovljive izvore energije, i bili su skloniji da razgovaraju o područjima koja su pogodna za to.

[24] Jedna od poruka koje su se čule na radionici u Pljevljima, na primjer, bila je da su ljudi obmanuti više puta i da više ne vjeruju u promjene.

- Projektni tim (i nadležne institucije) treba da ulože dodatne napore da dopru do više građana i da njihova mišljenja prikupe direktno, jer su pojedini učesnici na radionicama osjećali nelagodu da, kako su oni to doživjeli, "odlučuju u ime drugih" korišćenjem alatke PPGIS.
- Ipak, dogovoreno je da će učesnci učiniti napor i obavijestiti druge članove lokalnih zajednica o mogućnosti korišćenja alatke PPGIS da se dobiju mišljenja većeg broja ljudi.
- Uprkos izraženim bojaznima, potencijal alatke PPGIS prepoznat je i pozitivno su ocijenjena nastojanja tima projekta MEGA da omogući rano učešće građana u planiranju razvoja solarnih i vjetroelektrana.
- Naglašena je potreba za smislenim procesima za obezbjeđivanje učešća građana, kao i potreba da se poboljša saradnja između države, lokalnih vlasti, građana i civilnog društva.

Na osnovu iskustava sa radionica u Nikšiću, na Cetinju i u Pljevljima, mogu se izvesti sljedeće **naučene lekcije i preporuke za buduće upotrebe PPGIS**:

- Svrha PPGIS aktivnosti treba da bude jasno saopštena;
- Treba odvojiti dovoljno vremena za proces učešća građana;
- Instrumenti za obezbjeđivanje učešća građana treba da uključe i aktivnost mapiranja i diskusije fokus grupe;
- Od ključnog je značaja liderstvo lokalnog partnera od povjerenja u procesu;
- Da bi se obezbijedila angažovanost za prikupljanje podataka onlajn, treba dalje poboljšati iskustvo korisnika;
- Treba pripremiti jednostavan video vodič za korišćenje PPGIS alatke korak po korak na lokalnom jeziku;
- Za promovisanje ove alatke treba koristiti više kanala komunikacije;
- Kadgod je moguće, onlajn aplikaciju treba kombinovati sa radionicama uživo.

5.2.2 Prostorna analiza i prikupljanje podataka

Metode

Za Cetinje, Nikšić i Pljevlja prikupljeno je ukupno 43 učesnika i 183 mapirane tačke, u osam kategorija društvenih vrijednosti (vrijednost prirodnih resursa (uključujući poljoprivredu, šume i vodene resurse), naselja i kvalitet života, pejzaž i vizuelna estetika, važnost biodiverziteta, tradicionalni način života i korišćenja prostora, kulturne vrijednosti, ekonomske i turističke vrijednosti, geološka raznovrsnost). Svi prostorni podaci prikupljeni su na radionicama uživo. Onlajn podaci prikupljeni u Kotoru, Bijelom Polju i Podgorici nažalost nisu obezbijedili podatke za dalju analizu (v. preporuke za buduća korišćenja PPGIS u ovom dokumentu).

Ova analiza ima svrhu i metodologiju po uzoru na sličnu analizu koju je ranije izvršio TNC u Silvesu u Portugalu. Sve prostorne analize izvršene su WGS84 / UTM zona 34N projekciji (EPSG:32634), čime se obezbjeđuje usklađenost sa skupovima podataka na nacionalnom nivou iz naše studije. "Prozor" za analizu definisan je u granicama opština Cetinje, Nikšić i Pljevlja (izvor: geoBoundaries), i dopunjen malim (300 m) tampon područjem oko svake mapirane tačke koja je van administrativnog poligona koji se ipak vidi na PPGIS aplikaciji. Ova

'praktična granica' obezbijedila je da sve vrijednosti mapirane u zajednici budu zadržane u okviru domena validne analize, a da ostanu geografski realistična za analizu.

Primijenili smo pristup ocjene gustine raspodjele pomoću tzv. funkcije-jezgra (engl. *kernel density estimation* - KDE) da bismo generisali kontinuirane prostorne površine koje predstavljaju relativni intenzitet mapiranih tačaka društvenih vrijednosti u području studije. Koristili smo metodu automatskog odabira širine opsega, metod za unakrsnu validaciju Diggle i Bermanovog srednjeg kvadrata greške (bw.diggle), iz R paketa 'spatstat.explore', što je pristup koji je prikladan za gusto raspoređene tačke distribucije[25]. Za svrhe vizualizacije i mogućnost tumačenja, odabrani opsezi su skalirani faktorom 1,25 ($\sigma \times 1{,}25$). KDE površine su izračunate pri rezoluciji od 100 m, i minimalnoj veličini dijela površine od 16 ćelija mreže (~0.16 km^2) koji je profiltrirao prividne male klastere.

Ekstrakcija žarišta (engl. hotspot) izvršena je zadržavanjem ~70% mapiranih tačaka u okviru KDE ćelija sa najvećom gustinom ('prag retencije'). Ovaj prag je u određenoj mjeri niži od 80% koji se koristi u Pocewicz et al. (2013[26]), ali je odabran da se izbalansira inkluzivnost sa mogućnošću tumačenja, s obzirom na to da je naš skup podataka pilot (n = 183). Provjere osjetljivosti na nivou retencije od 65% i 75% potvrdile su da su glavni klasteri stabilni na svim pragovima. Kroz ovu analizu pripremili smo poligone koji predstavljaju žarišta društvenih vrijednosti prikladne za vizualizaciju, poređenje sa našim drugim rezultatima mapiranja konflikata i planskim uvidima.

Analizirali smo i grupirana žarišta (sve vrijednosti kombinovano) i po kategoriji žarišta. Naš izvještaj prije svega predstavlja obrasce iz grupiranih žarišta. Uz to, testirali smo osjetljivost na pragove retencije žarišta (65%, 70%, 75%). I na kraju, uporedili smo identifikovana žarišta na lokalnom nivou sa kombinovanim konfliktnim rasterom na nacionalnom nivou iz naše studije da bismo ocijenili kako su vrijednosti koje su mapirane u zajednici usklađene ili kako odstupaju od pristupa prethodnog mapiranja na osnovu grubog filtera. Svi odgovarajući rezultati za žarišta po kategoriji predstavljaju mnogo manji uzorak i mogu se pronaći u tehničkom prilogu.

Rezultati

Kao dio ove aktivnosti, građani Cetinja, Nikšića i Pljevalja mapirali su 183 tačke društvenih vrijednosti (118, 32, odnosno 33 tačke u svakoj opštini) u osam kategorija: vrijednost prirodnih resursa (uključujući poljoprivredu, šumske i vodene resurse) (48), naselja i kvalitet života (43), pejzaž i vizuelna estetika (27), biodiverzitet (27), tradicionalni način života i upotreba prostora (19), kulturna vrijednost (12), ekonomska i turistička vrijednost (6), geološka raznovrsnost (1). U svim našim rezultatima, u skladu sa smjernicama za istraživanja sa ljudskom komponentom organizacije TNC (The Nature Conservancy), predstavljamo slike sa zbirnim podacima o važnim oblastima društvenih vrijednosti (tj. poligone žarišta) i ne objavljujemo tačke koje su mapirali pojedinačni učesnici kako bismo zaštitili njihove tačne lokacije. Projektni tim može

[25] Baddeley A, Rubak E, Turner R (2016). Spatial Point Patterns. Methodology and Applications with R (Chapman&Hall/CRC Interdisciplinary Statistics Series).

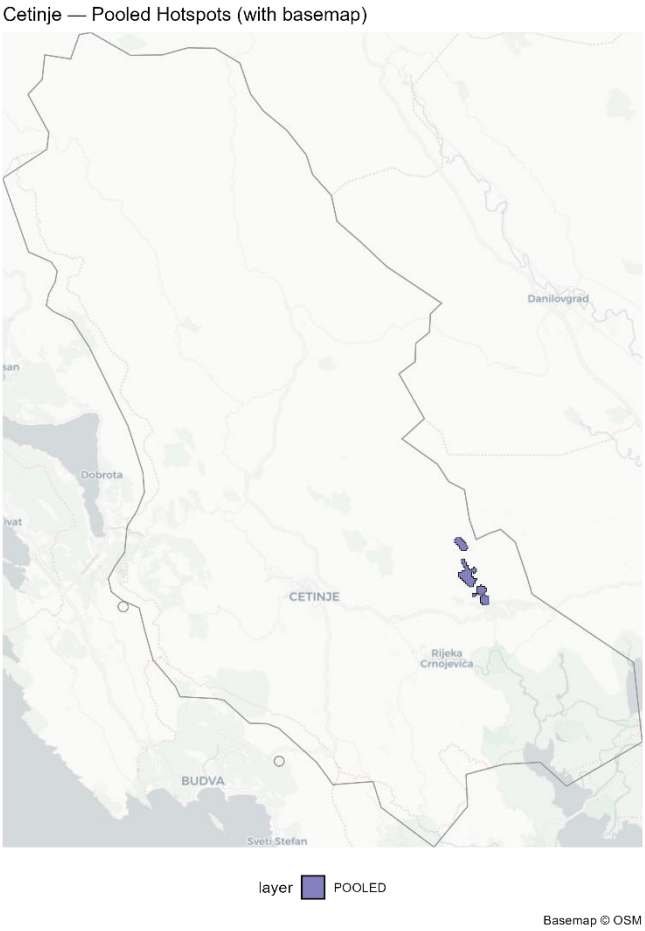
[26] Pocewicz, A., & Nielsen-Pincus, M. (2013). Preferences of Wyoming residents for siting of energy and residential development. *Applied Geography*, *43*, 45-55.

odgovoriti na upite o slikama iz procjene tačaka koje su označili učesnici, i to se može dostaviti na razuman zahtjev i uz odgovarajuće mjere da se obezbijedi anonimnost učesnika.

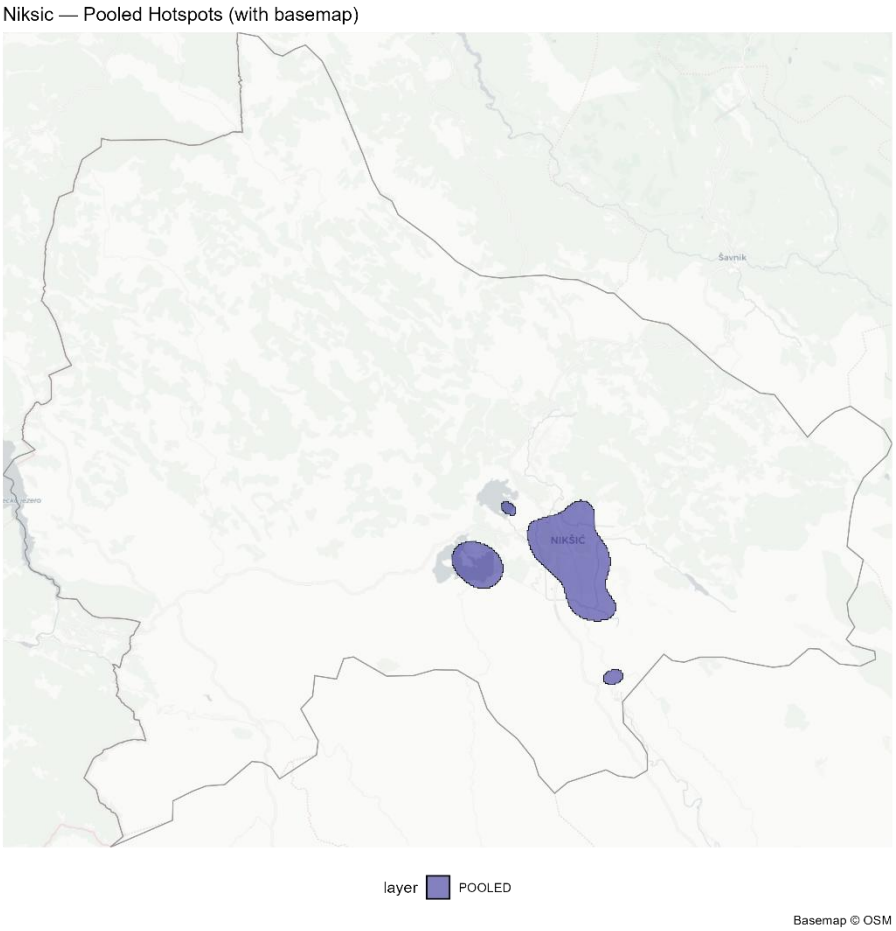
Uzimajući u obzir sve mapirane tačke nastale učešćem građana, grupirane po kategorijama društvenih vrijednosti, naš KDE identifikovao je klastere žarišta koji pokrivaju oko 56,72km², i obuhvataju 48.3-71.9% svih mapiranih tačaka (Slike 1-3). Veličine ovih komada teritorije bili su od 0,379 km² do preko 33 km², u zavisnosti od opštine. Srednje veličine žarišta bile su 0,57 za Cetinje, 5,34 za Nikšić i 1,58 km² za Pljevlja (Tabela 1). Jedna primjetna razlika između opština jeste to što su u opštini Cetinje klasteri manjih dimenzija (a ova opština takođe ima i najveći uzorak od 118 tačaka), što ukazuje na izuzetno čvrsto grupiranje u klastere u okviru identifikovanih žarišta u toj opštini. Naši ukupni rezultati pokazuju da su učesnici mapirali nekoliko vrijednosti na koncentrisan način, što ukazuje na neka ključna područja vrijednosti, ali barem neka područja koja su označena kao vrijedna raspoređena su na cijeloj teritoriji svake od opština.

Tabela 5.3 Sumarni rezultati mjerenja za žarišta pri pragu retencije od 70% (grupirani po svim mapiranim tačkama)

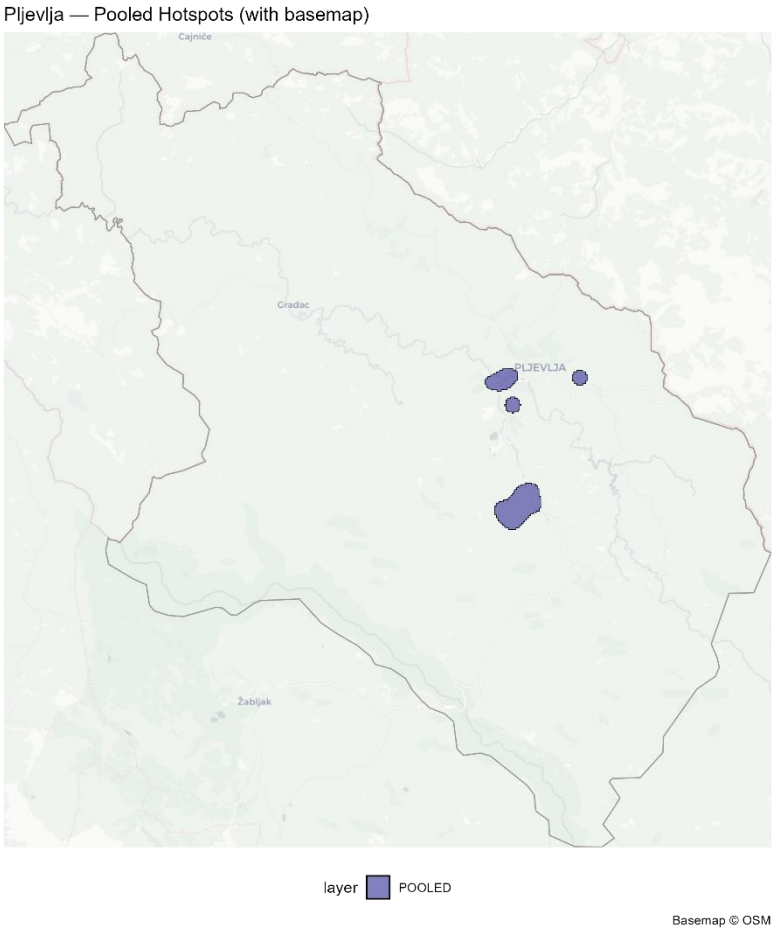
Podaci	***Cetinje***	***Nikšić***	***Pljevlja***
# dijelovi teritorije	3	4	4
Površina (km²)	1,864	44,739	10,103
% površine "prozora"	0,2	2,2	0,7
% Points Inside	48,3	71,9	67,6
Median dimenzije dijela teritorije (km²)	0,568	5,34	1,584
Srednja dimenzija dijela teritorije (km²)	0,621	11,185	2,526
IQR dimenzija dijela teritorije (km²)	0,269	14,339	2,466
Minimalna dimenzija dijela teritorije (km²)	0,379	0,749	0,799
Maksimalna dimenzija dijela teritorije (km²)	0,917	33,309	6,136



Slika 5.17: Grupirana žarišta društvene vrijednosti na Cetinju (plavo). Tačke koje su označili učesnici zamaskirane su da bi se zaštitile tačne lokacije.



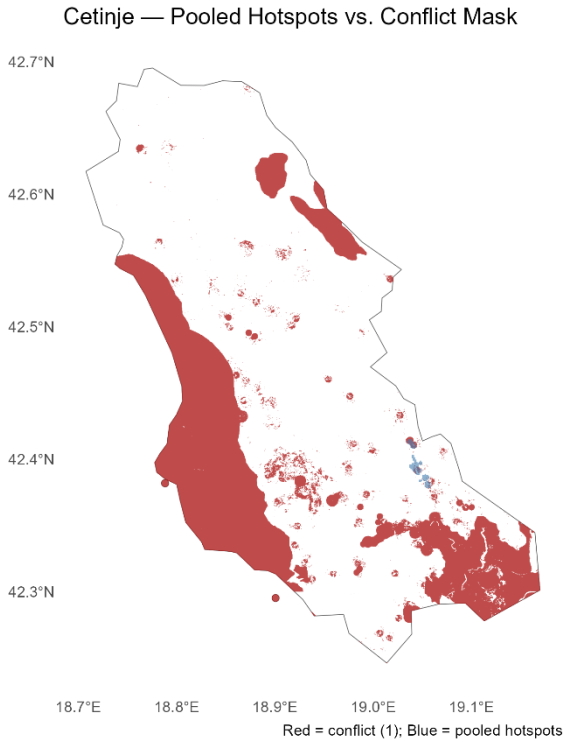
Slika 5.18: Grupirana žarišta društvenih vrijednosti u Nikšiću (plavo). Tačke koje su označili učesnici zamaskirane su da bi se zaštitile tačne lokacije.



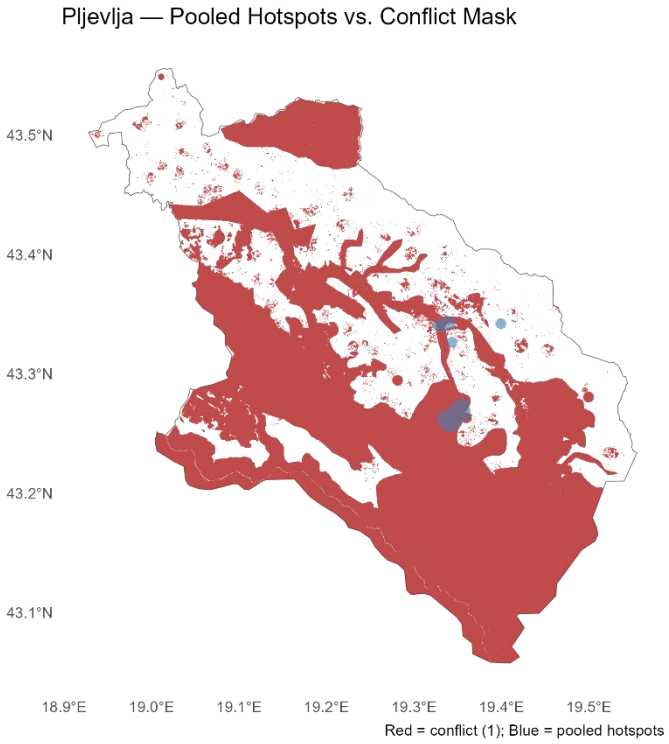
Slika 5.19: Grupirana žarišta društvenih vrijednosti u Pljevljima (plavo). Tačke koje su označili učesnici zamaskirane su da bi se zaštitile tačne lokacije.

Centralna svrha ove aktivnosti mapiranja uz učešće građana bila je da se razumije kako vrijednosti koje su malog obima i koje zajednica pripisuje pejzažu, mogu da se razlikuju ili da se poklapaju sa podacima o prostornim konfliktima do kojih je došla naša studija kroz uopšteniji pristup mapiranju prostornih konflikata.

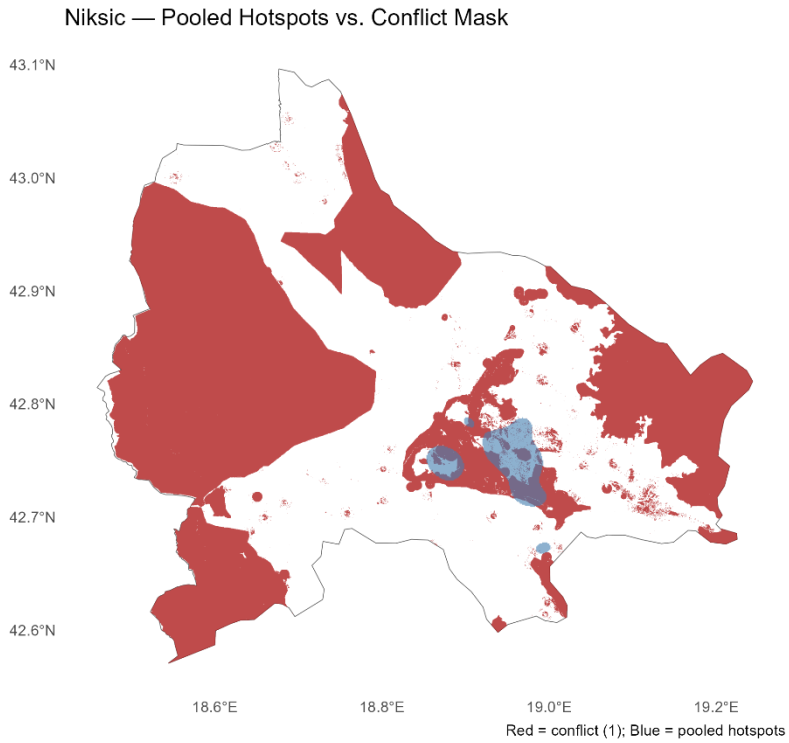
Kada uporedimo naše identifikovane klastere (za grupirane podatke učesnika) sa nacionalnim rasterom konflikta (gdje se kombinuje i društveni i ekološki sloj) rezultati su varirali po opštinama, pri čemu je Cetinje imalo najmanje preklapanje između područja žarišta i visokokonfliktnog zemljišta (~34 %), a Nikšić i Pljevlja imali su veća preklapanja (50%, odnosno ~78%) (Slike 4-6). Ovaj rezultat nije neočekivan, s obzirom na izuzetno zbijeno grupiranje u klastere na komparativno malom području koje je određeno kao visokokonfliktno u opštini Cetinje u poređenju sa drugima. Kada su se razmatrala žarišta za različite grupe vrijednosti zasebno, najveće preklapanje se javilo sa grupom vrjednosti "prirodni resursi" u opštinama Nikšić i Pljevlja, sa 91,5% i 90,7% preklapanja sa visokokonfliktnim područjima u okviru ovih opština. To se može objasniti područjima šuma i poljoprivrednog zemljišta, koja su dio grupe vrijednosti prirodni resursi, što ima veliki uticaj na rezultat ocjene konfliktnosti i može da ukaže na prikladnost ovog metoda da identifikuje žarišta za ovu grupu vrijednosti, ali baziranje bilo kakvog odlučivanja na ovom metodu bi sasvim sigurno iziskivalo uzorak većih dimenzija.



Slika 5.20: Poligoni žarišta za grupirane tačke društvenih vrijednosti (plavo) prekloplјeni zemljištem koje je klasifikovano kao "konfliktno" po grubo filtriranimm ekološkim i društvenim podacima (crveno) u opštini Cetinje.



Slika 5.21: Poligoni žarišta za grupirane tačke društvenih vrijednosti (plavo)prekloplјeni sa zemljištem koje je klasifikovano kao "konfliktno" po grubo filtriranim ekološkim i društvenim podacima (crveno) u opštini Pljevlja.



Slika 5.22: Poligoni žarišta za grupirane tačke društvenih vrijednosti (plavo) preklopljeni zemljištem koje je klasifikovano kao "konfliktno" po grubo filtriranim ekološkim i društvenim podacima (crveno) u opštini Nikšić.

Uprkos ograničenom geografskom i vremenskom obimu ove participatorne komponente projekta, testirali smo stepen grupiranja u klastere Clark-Evansovim testom najbližeg susjeda i potvrdili značajno grupiranje u klastere prisutno u različitim pripisivanjima vrijednosti u našem uzorku. Dodatni detalji nalaze se u prilogu.

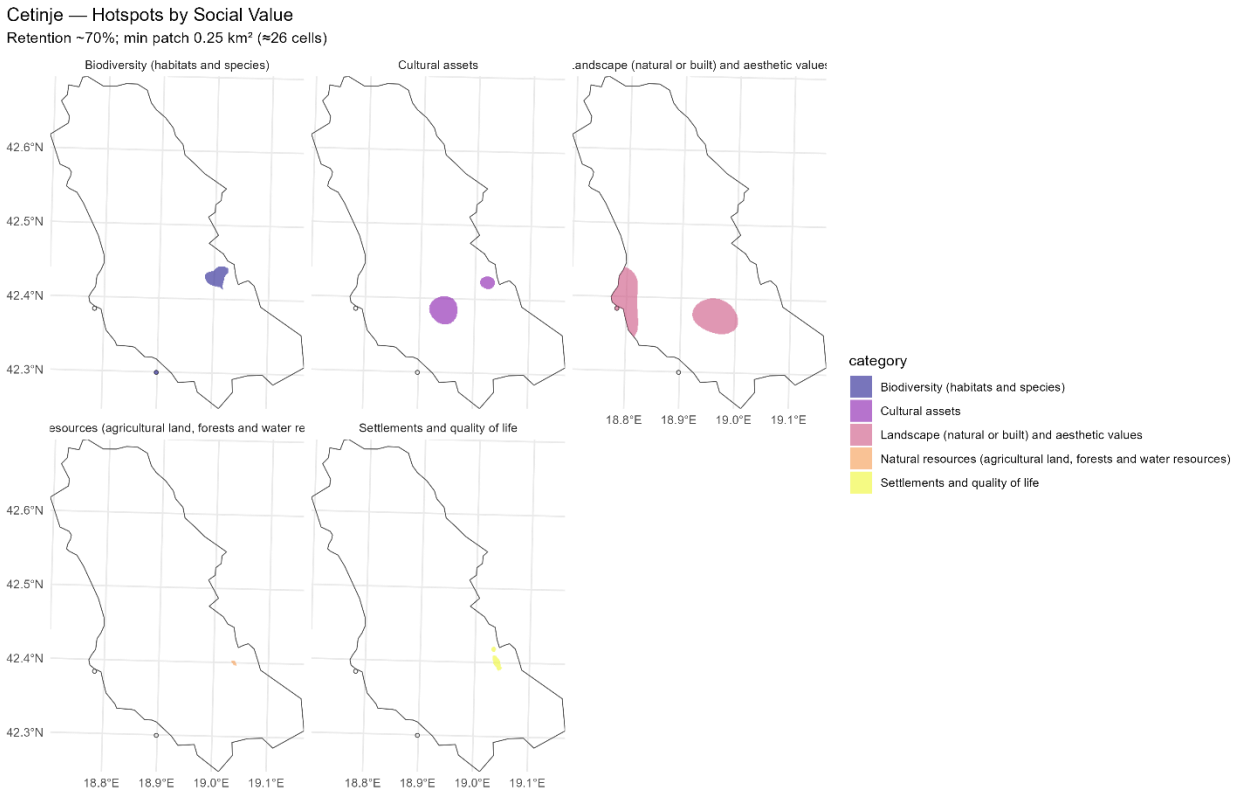
Dodatne tehničke informacije

Sažetak identifikovanih žarišta kategorisanih po vrsti društvene vrijednosti

Dok se naša glavna analiza fokusirala na grupirana žarišta u svim vrijednostima (n=183), za svrhe istraživanja, u opštini Cetinje gdje je uzorak bio najveći (n=106), takođe smo generisali klastere po kategoriji da bismo ispitali moguće razlike u prostornom izrazu društvenih vrijednosti (Tabela 5.4). Upozoravamo ipak da ove rezultate treba tretirati kao preliminarne uvide zbog relativno malih uzoraka mapiranih tačaka za svaku kategoriju. Ipak, možemo naglasiti jasno izdvojene obrasce u okviru ovog ograničenog uzorka (Slika 5.23).

Tabela 5.4: Sažeti prikaz podataka o hotsporovima po kategorijama društvene vrijednosti u opštini Cetinje, Crna Gora.

Kategorija	# Dijelovi teritorije	Površina (km²)	% područja "prozora"	% tačaka unutra	Median dimenzija dijela teritorije (km²)	Srednja dimenzija dijela teritorije (km²)	IQR dimenzija dijela teritorije (km²)	Minimalna dimenzija dijela teritorije (km²)	Makimalna dimenzija dijela teritorije (km²)
Biodiverzitet (staništa i vrste)	2	7,687	0,8	73,7	3,844	3,844	3,574	0,269	7,418
Kulturna dobra	2	17,508	1,9	72,7	8,754	8,754	5,424	3,33	14,178
Pejzažne i estetske vrijednosti	2	53,042	5,8	73,3	26,521	26,521	1,685	24,836	28,206
Prirodni resursi	1	0,369	0	38,9	0,369	0,369	0	0,369	0,369
Naselja i kvalitet života	2	2,273	0,2	72	1,137	1,137	0,708	0,429	1,845



Slika 5.23: Poligoni žarišta prikazani zasebno za svaku kategoriju društvene vrijednosti.

Najveći otisak žarišta društvenih vrijednosti nalazimo za vrijednosti pejzaža/vizuelne estetske vrijednosti, koje pokrivaju otprilike ukupno 53 km² (5,8% analiziranih granica, tj. opštine Cetinje) u dva dijela teritorije gotovo jednake veličine. To pokazuje da su estetske vrijednosti pejzaža mapirane u disperzovanom području u poređenju sa drugim grupama vrijednosti, ali da i dalje pokrivaju relativno skroman dio cijele opštine.

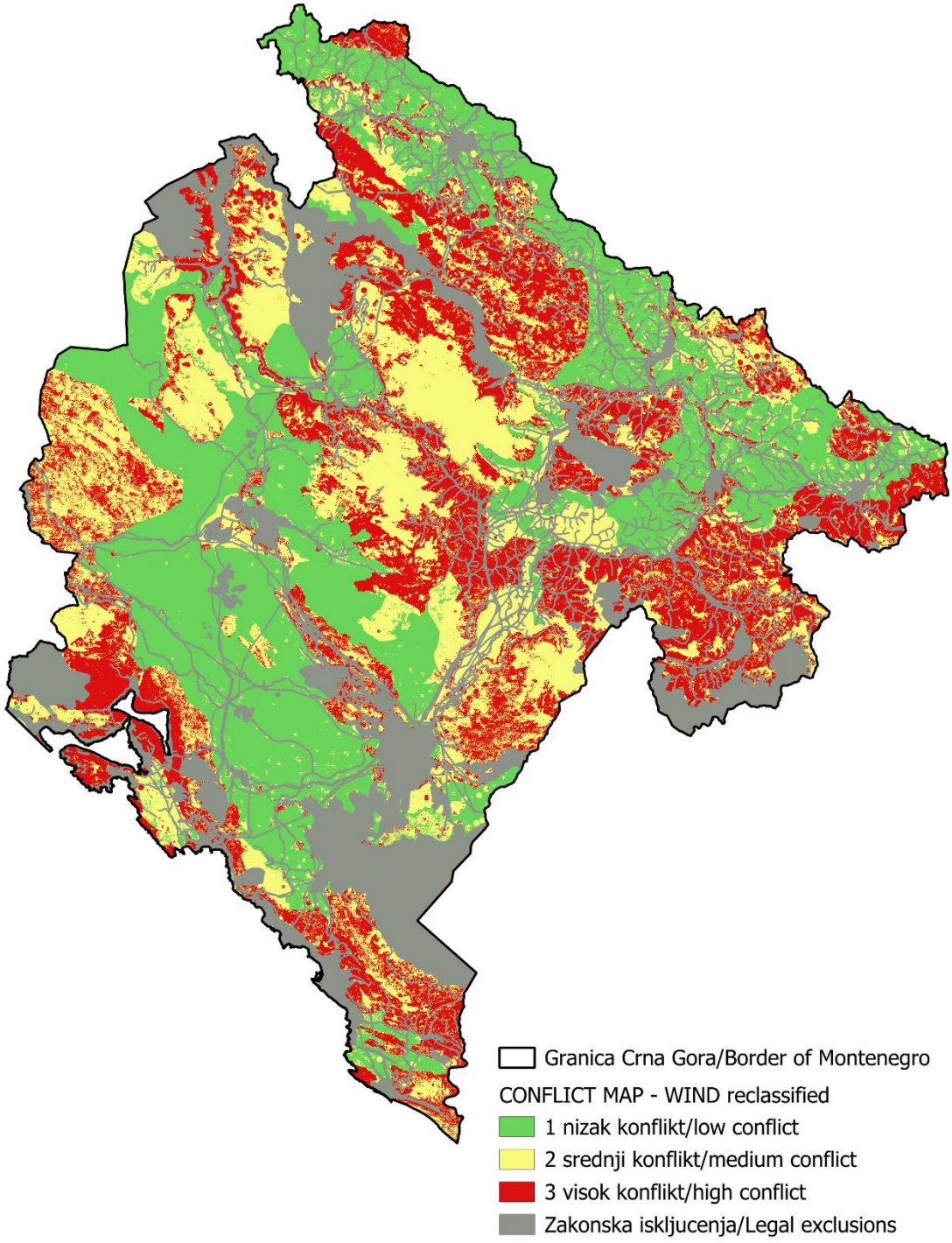
Za razliku od toga, kategorija vrijednosti za prirodne resurse (uključujući poljoprivredne, šumske i vodene resurse), bila je izrazito kompaktna, uprkos tome što je imala najveći uzorak (n = 36 tačaka), i jedini dio teritorije koji je bio površine samo 0.369 km². Ovo ukazuje na izrazito zbijeno prostorno grupiranje za ovu konkretnu kategoriju vrijednosti, što takođe utiče na ukupne grupirane klastere u opštini Cetinje. Ukoliko iz ovih rezultata treba izvoditi zaključke ili prostorno eksplicitne odluke, potrebno je detaljno razmotriti razloge za ovaj rezultat. Moguće je da identifikovani klaster predstavlja jedno ograničeno područje koje je izuzetno vrijedno u smislu prirodnih resursa, ali je takođe moguće da je uzorak učesnika bio pristrasan ili da je razgovor među učesnicima tokom radionice za prikupljanje podataka doveo do prevelike zastupljenosti tačaka u ovom konkretnom području.

Dijagnostika prostorne distribucije

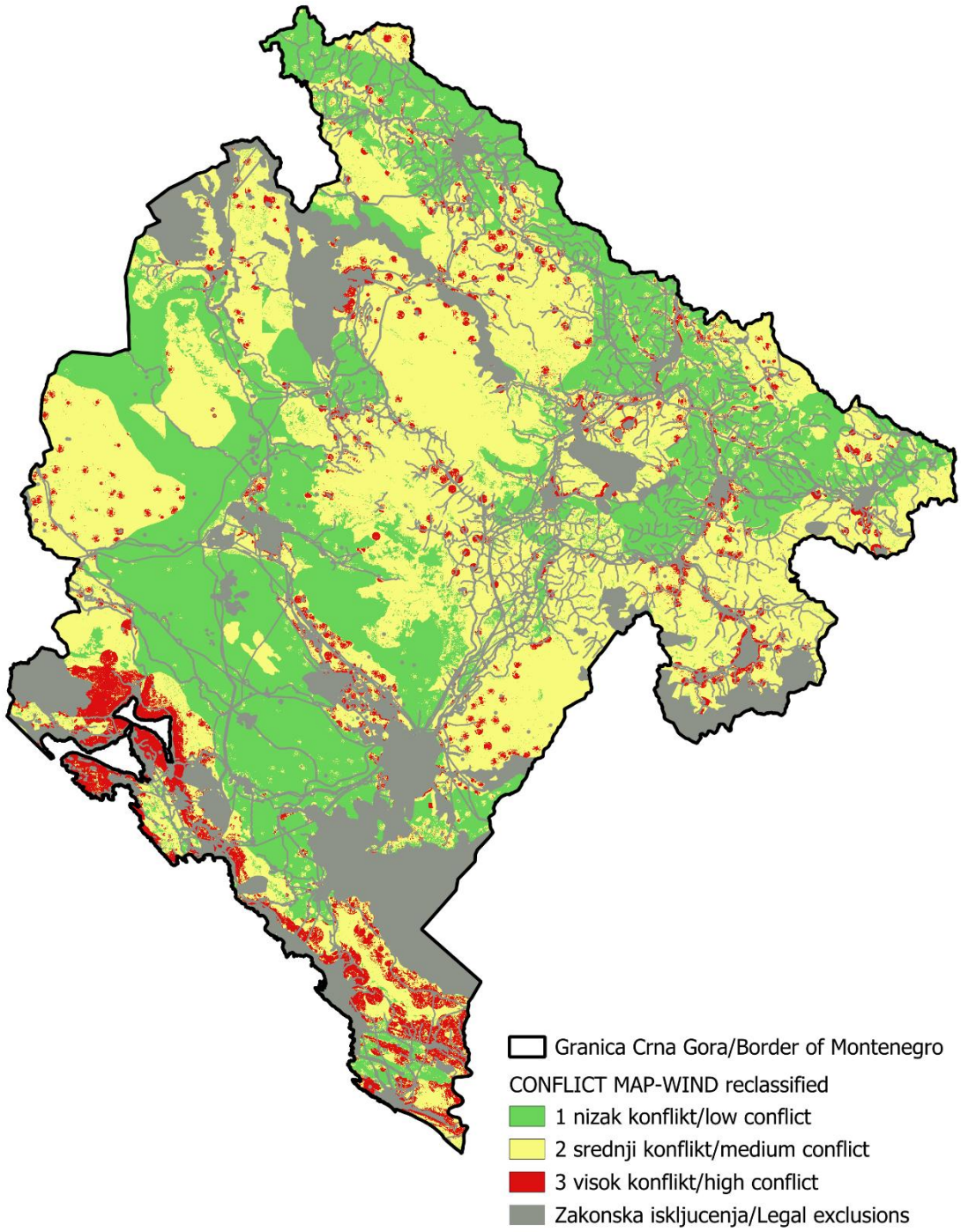
I na kraju, prateći metodološki pristup razmatranja testa prostornog grupiranja u klastere (Pocewicz & Nielsen-Pincus et. al., 2013), primijenili smo Clark-Evansovu dijagnostiku najbližeg susjeda na grupirane skupove podataka za svaku opštinu. Rezultati su potvrdili da tačke koje su identifikovali učesnici nisu bile nasumične i da su značajno grupirane u klastere, sa Clark-Evsnsovim R vrijednostima od 0,394 (z = -6,44) za opštinu Cetinje, 0,331 (z = -3,70) za Nikšić i 0,658 (z = -1,95) za Pljevlja. Posmatrane srednje udaljenosti najbližeg susjeda (549, 1316 i 2088 m) bile su značajno manje nego što je to očekivano u potpunoj prostornoj nasumičnosti (1393, 3975 i 3172 m) u svim opštinama. Ovaj dijagnostički test predviđa preliminarnu validaciju da mapirane tačke uzete u obzir u ovoj analizi (konkretno za grupirane identifikovana žarišta) nisu samo nasumični šum, već predstavljaju smislene klastere percipirane vrijednosti u ovom uzorku podataka dobijenih od učesnika.

5.3 Mape konflikata kombinovane sa mapama ograničenja

U skladu sa predstavljenom metodologijom za identifikaciju optimalnih zona za razvoj projekata obnovljive energije koji koriste energiju sunca i vjetra, od naročitog su značaja konflikti koje razvoj takvih projekata može imati u odnosu na životnu sredinu, društvo i druge namjene zemljišta. U tom smislu, izrađene su mape da bi se utvrdile zone sa niskim nivoom konflikta, kako bi se zatim te zone mogle dalje analizirati u smislu razvojnog potencijala, tj. tehnički i ekonomski dostupnog energetskog potencijala. Treba naglasiti da, u okviru ove metodologije, predstavljene mape sa konfliktnim nivoima predstavljaju samo prelazni rezultat i nije im namjera da se nezavisno koriste (van finalnih mapa koje su nastale kao rezultat). Međutim, da bi se poboljšala vidljivost zona sa određenim nivoom konflikta, te mape su kombinovane sa mapama zakonski isključenih područja da bi se dobile mape koje se mogu i samostalno koristiti, i one su predstavljene na slikama koje slijede, zasebno za energiju sunca i za energiju vjetra.



Slika 5.24 Reklasifikovana mapa konflikata za solarne elektrane sa zakonskim isključenjima



Slika 5.15 Reklasifikovana mapa konflikata za vjetroelektrane sa zakonskim isključenima