

**OIKON d.o.o.**  
INSTITUT ZA PRIMIJENJENU EKOLOGIJU

## **STUDIJA MOGUĆNOSTI KORIŠTENJA PROSTORA ZA IZGRADNJU SUNČANIH ELEKTRANA NA PODRUČJU PGŽ**



Zagreb, prosinac 2010.

NARUČITELJ: Javna ustanova Zavod za prostorno uređenje Primorsko-goranske županije

IZVODITELJ: OIKON d.o.o., Institut za primijenjenu ekologiju, Zagreb

PROJEKT: **Studija mogućnosti korištenja prostora za izgradnju sunčanih elektrana na području PGŽ**

ELABORAT: Glavni izvještaj

UGOVOR BROJ: 655-10

VODITELJ STUDIJE: Višnja Šteko mag.ing.kraj.arh.

STRUČNI TIM: Višnja Šteko mag.ing.kraj.arh  
Branka Antunović, mag.ing.arch  
Zoran Grgurić, mag.ing.silv.

KONTROLA KVALITETE: Doc.dr. sc. Oleg Antonić, mag.ing.silv.

DIREKTOR: Željko Koren, mag.ing.aedif.



# SADRŽAJ

<b>1. UVOD .....</b>	<b>3</b>
1.1. PROJEKTNI ZADATAK (CILJ) .....	3
1.2. METODOLOGIJA .....	4
1.2.1. <i>Uvod.....</i>	4
1.2.2. <i>Radni postupak.....</i>	5
<b>2. OPIS DJELATNOSTI I NJENI POJAVNI OBLCI .....</b>	<b>6</b>
2.1. OPĆENITO O SUNČEVOM ZRAČENJU .....	6
2.2. UZROCI PROSTORNE I VREMENSKE VARIJABILNOSTI SUNČEVOG ZRAČENJA.....	7
2.3. KORIŠTENJE SUNČeve ENERGIJE ZA PROIZVODNju ELEKTRiČNE ENERGIJE.....	10
2.3.1. <i>Sunčani fotonaponski sustavi.....</i>	10
2.3.2. <i>Koncentrirana sunčana snaga (CSP – Concentrating Solar Power).....</i>	18
2.4. DEFINIRANJE GRANICA PLANERSKOG PODRUČJA.....	23
2.5. OPIS PLANERSKOG PODRUČJA .....	24
2.6. OSVRT NA POSTOJEĆE STANJE DJELATNOSTI U PLANERSKOM PODRUČJU.....	27
2.7. ENERGETSKI KAPACITETI PLANERSKOG PROSTORA S OBZIROM NA POSTOJEĆE TEHNOLOGIJE SUNČANIH ELEKTRANA .....	27
2.8. ODABRANI POJAVNI OBLCI DJELATNOSTI I NJIHOV OPSEG .....	31
<b>3. PRIPREMA BAZE PODATAKA .....</b>	<b>33</b>
<b>4. MODEL PRIVLAČNOSTI PROSTORA ZA SMJEŠTAJ SUNČANIH ELEKTRANA.....</b>	<b>35</b>
4.1. METODOLOGIJA .....	35
4.2. MODEL PRIVLAČNOSTI – IZUZIMAJUĆI KRITERIJI .....	37
4.2.1. <i>Rezultat primjene izuzimajućih kriterija .....</i>	38
4.3. MODEL PRIVLAČNOSTI – VREDNUJUĆI KRITERIJI .....	40
4.3.1. <i>Model privlačnosti prostora – koncept .....</i>	40
4.4. MATRICE PRIVLAČNOSTI PROSTORA .....	43
4.4.1. <i>Podmodel I .....</i>	43
4.4.2. <i>Podmodel II .....</i>	43
4.4.3. <i>Podmodel III .....</i>	47
4.4.4. <i>Podmodel IV .....</i>	49
4.4.5. <i>Podmodel V .....</i>	51
4.4.6. <i>Podmodel VI .....</i>	53
4.4.7. <i>Podmodel VII .....</i>	53
4.4.8. <i>Podmodel VII .....</i>	56
4.4.9. <i>Podmodel VIII .....</i>	58
4.4.10. <i>Podmodel IX .....</i>	59
4.4.11. <i>Rezultat - združeni model privlačnosti .....</i>	61
<b>5. MODEL RANJVOSTI PROSTORA ZA SMJEŠTAJ SUNČANIH ELEKTRANA .....</b>	<b>62</b>
5.1. METODOLOGIJA .....	62
5.2. IDENTIFIKACIJA I OPREDJELJENJE POTENCIJALNIH UTJECAJA NA PROSTOR .....	64
5.3. MATRICA UTJECAJA DJELATNOSTI NA SUSTAVE KVALITETA OKOLIŠA .....	67
5.4. MODEL RANJVOSTI - KONCEPT .....	69
5.4.1. <i>Zaštita prirode.....</i>	69
5.4.2. <i>Zaštita prirodnih resursa.....</i>	70
5.4.3. <i>Zaštita čovjekovog okoliša .....</i>	71
5.5. MATRICE RANJVOSTI PROSTORA .....	73



5.5.1.	<i>Model ranjivosti – Zaštita prirode .....</i>	73
5.5.2.	<i>Model ranjivosti – Zaštita prirodnih resursa.....</i>	77
5.5.3.	<i>Model ranjivosti – Zaštita čovjekovog okoliša .....</i>	83
5.5.4.	<i>Rezultat - združeni model ranjivosti.....</i>	89
<b>6.</b>	<b>POGODNOST PROSTORA ZA SMJEŠTAJ SUNČANIH ELEKTRANA .....</b>	<b>90</b>
6.1.	METODOLOGIJA .....	90
6.2.	REZULTAT – MODEL POGODNOSTI (RAZVOJNI I KOMPROMISNI) .....	91
6.2.1.	<i>Grafički prilog.....</i>	92
<b>7.</b>	<b>PROVJERA DOBIVENIH PODATAKA NA KONKRETNIM LOKACIJAMA .....</b>	<b>93</b>
7.1.	METODOLOGIJA .....	93
7.1.1.	<i>Grafički prilog.....</i>	94
7.2.	ANALIZA LOKACIJA U UŽEM IZBORU .....	95
7.2.1.	<i>Lokacija Rab – Belinovica (br. 1).....</i>	95
7.2.2.	<i>Lokacija Krk – Rijavica (br.2).....</i>	97
7.2.3.	<i>Lokacija Cres – Planiš (br.3) .....</i>	100
7.2.4.	<i>Lokacija Cres – Orlec (br.4).....</i>	102
7.2.5.	<i>Lokacija Cres – Hrasta 1 i Hrasta 2 (br.5 i 6) .....</i>	104
7.2.6.	<i>Lokacija Cres – Belej 1 i Belej 2 (br.7 i 8) .....</i>	108
7.2.7.	<i>Lokacija Cres – Ustrine (br.9).....</i>	111
7.2.8.	<i>Lokacija Cres – Okladi 1 i Okladi 2 (br.10 i 11) .....</i>	113
7.2.9.	<i>Lokacija Cres – Osor (br.12) .....</i>	116
7.2.10.	<i>Lokacija Cres – Loze 1 (br.13) .....</i>	118
7.2.11.	<i>Lokacija Cres – Loze 2 i Grmožaj (br.14 i 15) .....</i>	121
7.2.12.	<i>Rezultat analize potencijalnih lokacija .....</i>	125
<b>8.</b>	<b>ZAKLJUČAK.....</b>	<b>127</b>
<b>9.</b>	<b>PREPORUKE .....</b>	<b>131</b>
<b>10.</b>	<b>LITERATURA .....</b>	<b>135</b>



## 1. UVOD

Primorsko-goranska županija namjerava se uključiti u projekte iskorištavanja Sunčeve energije za proizvodnju električne energije. Takva odluka u skladu je s državnom strategijom energetskog razvijanja o povećanju udjela obnovljivih izvora energije (OIE) u proizvodnji električne energije, što doprinosi očuvanju okoliša, diversifikaciji izvora i energeta, kao i tehnološkom razvoju.

Prvi korak u pokretanju projekta sunčane elektrane jest odabir lokacije povoljne za njezinu izgradnju koji u velikoj mjeri utječe na buduću proizvodnju i sigurnost pogona. Osim potencijala Sunčevog zračenja kao važnog kriterija prilikom odabira lokacije bitno je i sagledavanje karakteristika lokacije iz infrastrukturnog (mogućnost priključka na elektroenergetsku mrežu i pristupa lokaciji), okolišnog i prostornog aspekta. Iz svega navedenog nužno je pažljivo pristupiti planiranju izgradnje sunčanih elektrana, pri čemu odabir lokacije predstavlja prvi i najvažniji korak.

### 1.1. PROJEKTNI ZADATAK (CILJ)

Cilj projekta „Analiza mogućnosti korištenja prostora za izgradnju sunčanih elektrana na području PGŽ“ je da se kroz sagledavanje postojeće dokumentacije i podataka za potencijalne lokacije sunčanih elektrana na području Primorsko-goranske županije, te kroz primjenu višekriterijalne analize (Model pogodnosti) odabere određeni broj potencijalnih lokacija i predloži za uvrštenje u županijski prostorni plan. Lista potencijalnih lokacija bila bi polazište budućim investitorima za daljnja istraživanja i lakšu realizaciju projekata.



## 1.2. METODOLOGIJA

### 1.2.1. Uvod

Za odabir lokacija za izgradnju sunčanih elektrana primijenjena je metoda dvojne analize prostora (analiza razvojnih mogućnosti i analiza ostvarivanja zaštitnih ciljeva) koja se temelji na sustavnom pristupu rješavanju zaštitno-okolišnih problema u prostornom planiranju. Zasebno modeliranje privlačnosti prostora i ranjivosti prostora temeljeno je na oprečnim vrijednosnim sustavima i pripadajućim kriterijima vrednovanja. Kod privlačnosti prostora uzima se u obzir isključivo razvojni aspekt – ekonomski korist ili interes. Kod ranjivosti kvalitete prostora kriterij vrednovanja čini društveni javni interes za zaštitom prostora. Upravo ovakav dvojni pristup simulaciji kvalitete prostora (s aspekta razvoja i s aspekta zaštite) omogućuje planerima analitičko raščlanjivanje sustava vrijednosti u prostoru, te služi kao alat za kasniju sintezu – određivanje pogodnosti prostora za određenu planiranu namjenu – u ovom slučaju izgradnju sunčanih elektrana.

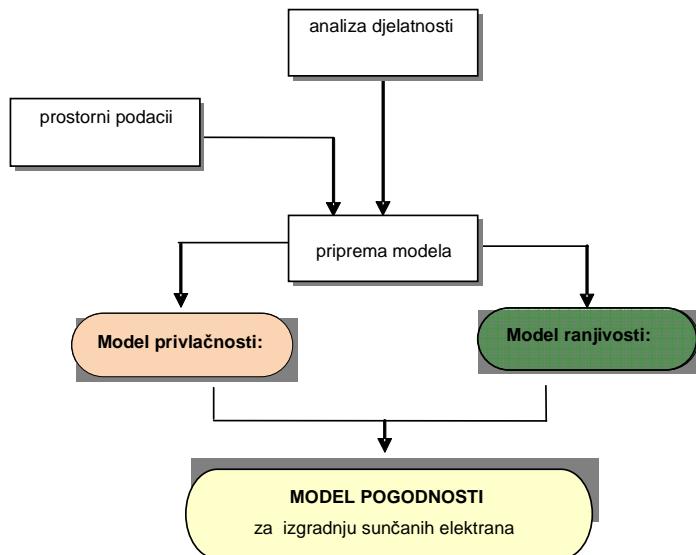
Dakle, pogodnost prostora za prihvatanje određene djelatnosti koja se planira u prostoru znači pripisivanje vrijednosti prostoru ili traženje mogućnosti da je prostor istovremeno nositelj dviju kvaliteta: da je nositelj najviših vrijednosti za razvoj, tj. prostor je privlačan za razvoj djelatnosti, te da je ujedno stupanj ranjivosti kvaliteta prostora koje bi mogle biti degradirane s obzirom na planiranu djelatnost najmanja.

Vrednovanjem prostora modelom pogodnosti postupak se obavlja u 2 koraka, izradom:

- modela privlačnosti
- modela ranjivosti.

Sintezom modela privlačnosti i ranjivosti dobivaju se pogodne lokacije, vrijednosno artikulirane, te se odabiru one s najvišom ocjenom pogodnosti, vodeći računa i o potrebnim površinama za realizaciju razmatrane djelatnosti koju uvodimo u prostor.





**Slika 1.** Hodogram postupka izrade modela pogodnosti

Izrada modela pogodnosti omogućava korištenje neograničenog broja georeferenciranih prostornih podataka koji su u samom postupku jasno i transparentno sistematizirani i vrednovani, ovisno o tome koji vrijednosni model je upotrijebljen (razvojni ili zaštitni). Pomoću ArcView 3 i ArcGis 9 programskog paketa izvršena je priprema baze prostornih podataka, dok je samo modeliranje izvršeno u računalnom programu ProVal.

Za vrednovanje prostora modelima privlačnosti i ranjivosti odabrana je veličina homogene prostorne jedinice (piksela) od 100x100 m.

### 1.2.2. Radni postupak

Radni postupak procjene pogodnosti prostora za izgradnju sunčanih elektrana uključivao je:

- Analizu djelatnosti (opredjeljenje pojavnih oblika, njihov opseg i mogući utjecaj djelatnosti na okoliš)
- Pripremu baze prostornih podataka pripremljenih u obliku tematskih karata
- Izradu modela privlačnosti (koristenjem izuzimajućih i vrednujućih kriterija)
- Izradu modela ranjivosti
- Izradu modela pogodnosti (zdrživanjem karte privlačnosti i ranjivosti)
- Definiranje užeg i šireg izbora lokacija
- Obilazak lokacija i prikupljanje terenskih podataka
- Vrednovanje i rangiranje lokacija



## 2. OPIS DJELATNOSTI I NJENI POJAVNI OBLICI

### 2.1. OPĆENITO O SUNČEVOM ZRAČENJU

Sunce je osnovni izvor svjetlosne i toplinske energije na Zemlji i pokretač svih procesa u atmosferi. Energija koja dolazi sa Sunca na Zemlju samo je mali dio ukupne Sunčeve energije koju ono emitira u prostor svemira. Dozračena energija na jediničnu površinu u jedinici vremena naziva se gustoća toka energije, a u meteorologiji se često naziva „ozračenje“. Sunčev ozračenje predstavlja gustoću dotoka Sunčeve energije na tlo ili vrh atmosfere, čega je mjera džul po jedinici površine u jedinici vremena (npr.  $J/cm^2/h$  ili  $J/m^2/dan$ ). Džul ( $J$ ) se u energetici često iskazuje kao vatsekunda ( $Ws$ ), iz čega proizlazi iskazivanje Sunčevog ozračenja u jedinicama  $kWs/m^2/dan$ ,  $MWh/m^2/god$  i slično. Sunčev ozračenje može se izračunati na vrhu atmosfere na bilo kojem mjestu i u bilo koje doba, a za standardnu mjeru koristi se Sunčeva konstanta, tj. količina energije koju primi jedinična ploha okomita na smjer elektromagnetskog Sunčevog zračenja u jedinici vremena na gornjoj granici atmosfere pri srednjoj udaljenosti Zemlja-Sunce. Različita mjerjenja Sunčeve konstante rezultirala su različitim vrijednostima, a prema normi Svjetske meteorološke organizacije (Duncan i sur. 1977.) koristi se vrijednost od  $1367 W/m^2$ .

Intenzitet i svojstva Sunčevog zračenja mijenjaju se prolaskom kroz atmosferu, zbog čega na površinu Zemlje dolazi umanjena količina zračenja. Slabljene intenzitete zračenja ovisi o optičkom putu koji zrake prođu do površine Zemlje, a on ovisi o nadmorskoj visini i kutnoj visini Sunca na nebu. Apsorpcija, difuzija i refleksija procesi su koji mijenjaju intenzitet Sunčevog zračenja, a uslijed njih zračenje u atmosferi slabiti, mijenja smjer i spektralni sastav, te se njegova vrijednost više ne može točno izračunati, već ga je potrebno mjeriti.

Apsorpcija se uglavnom odvija u višim slojevima atmosfere, gdje dolazi do ionizacije atoma i molekula energijom najkraćih valnih duljina i zagrijavanja toga sloja atmosfere. U nižem sloju ozon i kisik u ozonosferi apsorbiraju ultraljubičasto zračenje i zagrijavaju stratosferu. Troposfera se ne grije izravno od Sunca, već se najvećim dijelom zagrijava od Zemljine površine, apsorpcijom Zemljinog dugovalnog zračenja, te turbulentnim dotokom senzitivne i latentne topline sa Zemljine površine.

Sunčev zračenje u atmosferi se raspršuje u doticaju s molekulama atmosferskih plinova i aerosola. Kada Sunčeva energija na svome putu dopre do molekule plina ili čestice, ta čestica biva pobuđena na titranje, čime i sama postaje sekundarni izvor elektromagnetskog zračenja. Raspršenjem se energija koja dolazi iz jednog smjera reemitira na sve strane, pa se, osim direktnе komponente Sunčevog zračenja (izravno od Sunčevog diska), javlja i difuzna komponenta (zračenje od nebeske hemisfere). Raspršenje ovisi o veličini čestica, pa se tako na sitnom aerosolu i zraku jače raspršuju kratke valne duljine, a od vidljivog zračenja ljubičasti i



plavi dio spektra (i to obrnuto proporcionalno četvrtoj potenciji valne duljine - Rayleighev zakon). Na krupnjem aerosolu, kapljicama i kristalima raspršenje je gotovo isto za sve valne duljine (obrnuto proporcionalno valnoj duljini), a raspršena svjetlost je bjelkasta.

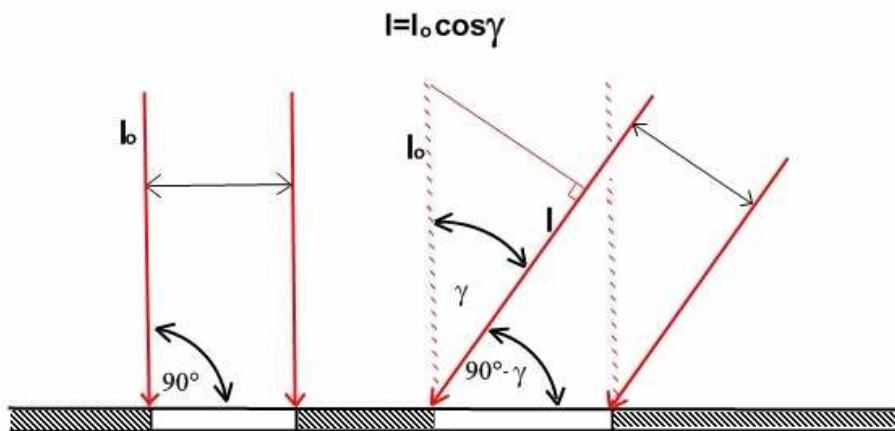
Dio Sunčeve energije prolaskom kroz atmosferu reflektira se od čestica u atmosferi, oblaka i graničnih ploha (vodene površine, snijeg, pustinje, šume), te se vraća u svemir. Različiti tipovi podloge reflektiraju različite udjele dolaznog zračenja, što se opisuje pomoću „albedo“ faktora, koji se definira kao omjer odbijenog i dolaznog zračenja.

Od kratkovalnog Sunčevog zračenja koje stigne na vrh atmosfere, u prosjeku se samo oko 20 % apsorbira u atmosferu i oblake, oko 30 % se zbog raspršenja i refleksije vraća u svemir, a preostalih 50% dolazi do Zemljine površine. Zemljina površina apsorbirano zračenje dalje pretvara u toplinsko (dugovalno) zračenje, te u senzitivnu i latentnu toplinu, koje se turbulentnim tokovima prenose u atmosferu. Najveći dio energije koju Zemlja gubi dugovalnim zračenjem i turbulentnim tokovima topline apsorbira se i zadržava u samoj atmosferi. Ukupan iznos Sunčevog zračenja i toplinske energije koji neće napustiti Zemljinu atmosferu je neto zračenje ( $R_n = S_n + L_n$ ); gdje je  $S_n$  neto kratkovalno zračenje, a  $L_n$  neto dugovalno zračenje.

## 2.2. UZROCI PROSTORNE I VREMENSKE VARIJABILNOSTI SUNČEVOG ZRAČENJA

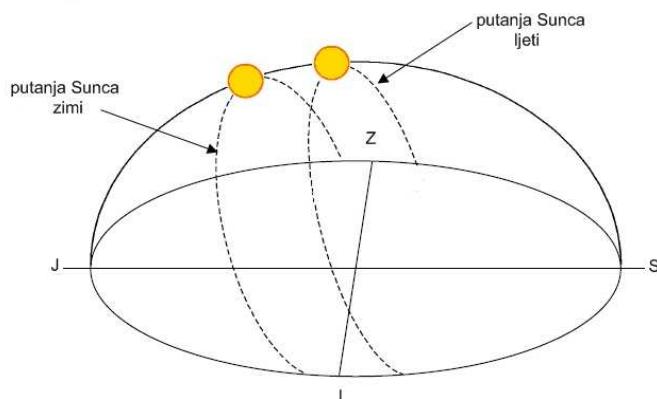
Zemljina putanja oko Sunca je elipsa maloga ekscentriciteta. Početkom siječnja Zemlja se nalazi u perihelu i prima 6.9% Sunčeve energije više nego u srpnju kada se nalazi u afelu, zato što gustoća toka energije opada s kvadratom udaljenosti od izvora. Međutim, ovaj utjecaj nije primaran za sezonsku varijaciju dozračene energije. Važniji je nagib Zemljine osi prema okomici ravnine ekliptike, koji u aktualnoj fazi Zemljine povijesti približno iznosi  $23.45^\circ$  i glavni je uzrok pojave godišnjih doba. Sunčeve zrake padaju okomito na Zemljinu površinu samo između obratnica ( $23.5^\circ N$  i  $23.5^\circ S$ ), i to dva puta godišnje, a na samim obratnicama jednom godišnje. Tada Zemljina površina prima najviše energije, jer okomit upad Sunčevih zraka uzrokuje najjače zagrijavanje. Ako zrake dolaze na Zemljinu površinu pod većim kutem (u odnosu na okomicu), ista se količina zračenja raspodjeljuje na veću površinu i zagrijavanje slabije. Matematički se smanjenje intenziteta zračenja opisuje trigonometrijski (Slika 2.), gdje  $I_o$  predstavlja maksimalni intenzitet zračenja pri okomitom upadu Sunčevih zraka. Kako se kut upada ( $\gamma$ ) povećava, intenzitet zračenja ( $I$ ) smanjuje se za kosinus promatranog kuta upada ( $\gamma$ ).





Slika 2. Geometrijski prikaz smanjenja intenziteta zračenja

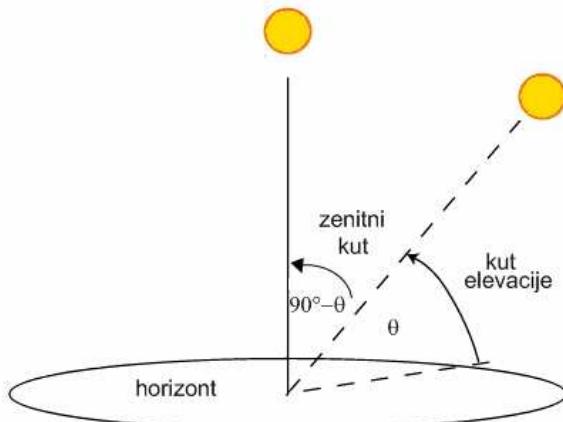
Zimi se Sunce prividno spušta prema južnoj obratnici, pa u našim krajevima Sunčeve zrake upadaju na Zemljinu površinu pod većim kutem, te se energija raspoređuje na veću površinu. Zrake također prolaze kroz deblji sloj atmosfere u kojemu je intenzitet zračenja oslabljen apsorpcijom, refleksijom i raspršenjem na atmosferskim česticama i plinovima. Intenzitet zračenja opada u odnosu na maksimum zračenja koji Zemlja prima ljeti, kada Sunčeve zrake padaju pod manjim kutem (bliže okomici) na njenu površinu (Slika 3.).



Slika 3. Sezonska promjena položaja Sunca

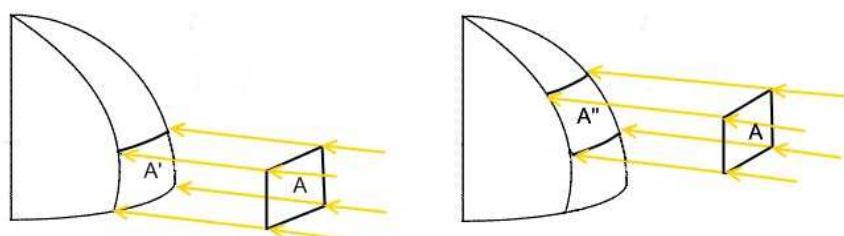
Položaj Sunca na nebu značajno se mijenja tijekom godine, ali i tijekom dana. Dnevne varijacije dozračene energije ovise o dnevnom hodu Sunca na nebu. On se određuje pomoću kuta elevacije, odnosno visine Sunca na nebu u odnosu na horizont, koji je funkcija geografske širine i Sunčeve deklinacije. Ozračenost plohe najveća je za maksimalni kut elevacije koji se postiže u Sunčevu podne. Kako se Sunce približava horizontu, optička masa i zenitni kut rastu, a intenzitet zračenja slabi (Slika 4.).





**Slika 4.** Dnevni hod Sunca na nebu

Na meridionalni gradijent dozračene energije, osim nagiba Zemljine osi na ekliptiku, utječe i sferni oblik Zemlje. Zakrivljenost Zemljine površine smanjuje ozračenje na višim geografskim širinama, jer Sunčev zračenje upada pod većim kutom. Na Slici 5. prikazan je utjecaj geografske širine, koji se očituje u činjenici da se jednaka količina energije u višim geografskim širinama raspoređuje na veću površinu ( $A''$ ) nego na ekvatoru ( $A$ ). Stoga dotok zračenja (po jedinici površine) na vrhu atmosfere postiže maksimum nad područjem ekvatora, a smanjuje se prema polovima.



**Slika 5.** Utjecaj sferičnog oblika Zemlje na dozračenu energiju

Na lokalnu prostornu varijabilnost Sunčevog zračenja izrazito utječe okolna topografija terena. Različiti dijelovi reljefa primaju različite količine Sunčevog zračenja. Varijacije u nadmorskoj visini, nagibu, orientaciji, zasjenjenju i refleksiji uzrokuju lokalne gradijente u dozračenoj energiji. Ako na uskom području topografija varira, mogu se javiti izražene prostorne i vremenske nehomogenosti parametara energije i vodene bilance na mikroskali (npr. temperatura zraka i tla, evapotranspiracija, vlažnost tla,topljenje snijega, svjetlost raspoloživa za proces fotosinteze i dr.).

## 2.3. KORIŠTENJE SUNČEVE ENERGIJE ZA PROIZVODNJU ELEKTRIČNE ENERGIJE

Za pretvaranje Sunčeve energije u električnu koriste se u osnovi dvije tehnologije:

1. **Sunčani fotonaponski (FN) sustavi** – uređaji koji Sunčevu energiju izravno pretvaraju u električnu
2. **Koncentrirana sunčana snaga (CPS – Concentrating Solar Power)** – uređaji koji (obično u sklopu velikih elektrana) Sunčevu energiju prvo pretvaraju u toplinsku, a tek potom u električnu.

### 2.3.1. Sunčani fotonaponski sustavi

Sunčani fotonaponski sustavi (FN) mogu se podijeliti na dvije osnovne skupine: fotonaponski sustavi koji nisu priključeni na mrežu, koji se često nazivaju samostalnim sustavima i fotonaponski sustavi priključeni na javnu elektroenergetsku mrežu.

Prije opisa fotonaponskih sustava i njihove primjene potrebno se detaljnije upoznati s sunčanim ćelijama i njihovom izradom.

#### 2.3.1.1. Sunčane ćelije

Sunčev elektromagnetsko zračenje ima dualno svojstvo: ponaša se i kao val i kao čestica (foton). Prema postavkama kvantne teorije, fotoni nemaju masu i u vakuumu se gibaju brzinom svjetlosti, te posjeduju energiju ( $E$ ) koja linearno ovisi o frekvenciji ( $v$ ), odnosno obrnuto proporcionalno o valnoj duljini ( $\lambda$ ) prema Planckovoj relaciji:

$$E = h v = \frac{h c}{\lambda}$$

gdje je  $h$  - Planckova konstanta ( $6.626 \times 10^{-34}$  Js), a  $c$  - brzina svjetlosti u vakuumu (približno  $3 \times 10^8$  ms $^{-1}$ ).

U različitim tvarima, pa tako i metalima i poluvodičima, postoje elektroni koji su ili valentni (vezani u atome i molekule) ili slobodni. Za nastanak električne struje (energije) važni su upravo slobodni elektroni. Vezani elektroni mogu se osloboditi veza s atomom (ili molekulom) ukoliko prime energiju koja je veća od energije kojom su vezani. Potrebnu energiju za oslobođanje u slučaju fotoelektričnog učinka vezani elektroni dobivaju u sudaru s fotonima. Fotoni moraju imati energiju ( $E$ ) veću ili jednaku potrebnom izlaznom radu ( $W_i$ ), tj. energiji vezivanja elektrona, pri čemu se višak energije pretvara u kinetičku energiju ( $E_k$ ) elektrona:

$$E = h v = W_i + E_k$$



Izlazni rad  $W_i$  ovisi o materijalu na kojem se fotoelektrični učinak događa. Ukoliko je energija fotona manja od potrebnog izlaznog rada, elektron se neće osloboditi, pa je poželjno da materijal u kojem se odvija konverzija Sunčeve u električnu energiju ima što manji izlazni rad. Takva se konverzija događa u tzv. sunčanim fotonaponskim čelijama (primjer vidimo na Slici 6.).

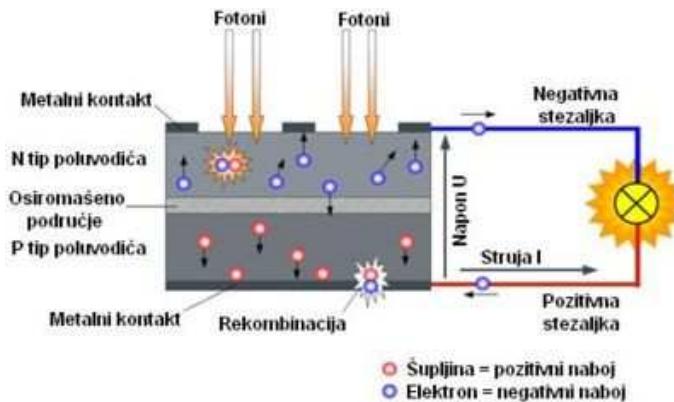


**Slika 6.** Sunčana fotonaponska čelija načinjena od monokristalnog silicijevog vafera

Rad sunčanih FN čelija zasnovan je na fotoelektričnom učinku, kojega je 1839. godine otkrio Alexandre-Edmond Becquerel, a 1905. teorijski objasnio Albert Einstein, koji je za taj doprinos 1921. dobio Nobelovu nagradu za fiziku. Trebalo je proći još tridesetak godina kako bi se ta spoznaja primijenila u praksi. Bellovi laboratoriji su 1954. godine proizveli FN čeliju koja je davala dovoljnu količinu električne energije, a potom je 1958. počelo njihovo korištenje za komercijalne svrhe, prije svega za potrebe svemirskih programa. Od tada teče njihov razvoj u više smjerova, od kojih su neki, naročito posljednjih desetak godina, doživjeli snažan napredak.

Fotoelektrična energija nastaje kada se slobodni (foto)elektroni pod djelovanjem električnog polja počnu usmjereno gibati u zatvorenom strujnom krugu stvarajući struju. Električno polje ugrađeno je u materijal (poluvodič) na kojem se fotoelektrični učinak događa, i to u njegovom tzv. osiromašenom, PN području diode. Za poluvodič je karakteristično da se u njima, osim slobodnih elektrona, mogu pronaći i tzv. šupljine, kao nositelji pozitivnog naboja, koji nastaju kao nusproizvod u procesu prijelaza valentnog elektrona u slobodno stanje. Taj proces naziva se generacija, a obrnuti proces (popuna šupljine slobodnim elektronom) poznat je pod nazivom regeneracija. Poželjno je da se par „šupljina-slobodni elektron“ stvori što bliže osiromašenom području, kada ih električno polje bez teškoća razdvaja i usmjerava na suprotne strane (fotoelektroni prema N strani, a šupljine prema P strani poluvodiča). Nagomilavanjem fotoelektrona i šupljina na različitim stranama poluvodiča stvara se elektromotorna sila (napon) koja, u slučaju da se stvori strujni krug s nekim trošilom ili akumulatorom, daje struju, odnosno trošilo će iskoristiti električnu energiju (Slika 7.).

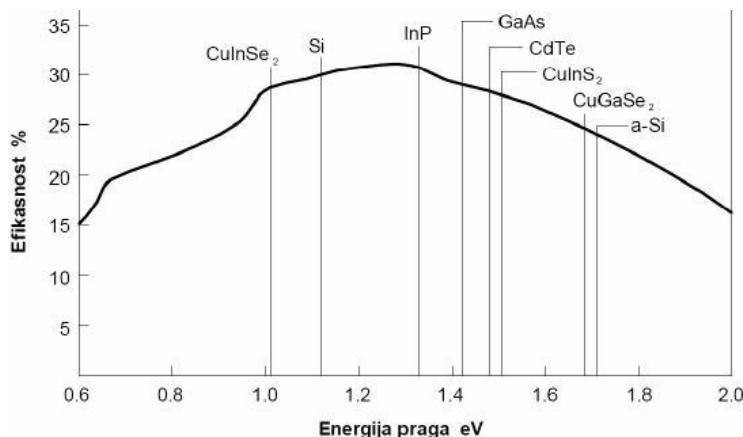




**Slika 7.** Shematski prikaz fotoelektrične konverzije u PN spoju poluvodiča

Osim energije vezanja, dodatnu prepreku (barijeru) nositeljima naboja (šupljine i (foto)elektrona) stvara električno polje osiromašenog područja. Slobodni nositelji naboja nastali fotoelektričnim učinkom moraju zato imati dovoljno energije da svladaju i tu energetsku barijeru, koja bi trebala biti što manja. No, ne smije iščeznuti, jer ona održava električno polje koje je neophodno za razdvajanje naboja. Učinkovitost je onda u funkciji širine (iznosa) energetske barijere (energije praga), koja poprima različite vrijednosti za različite PN spojeve. Teorijski izračunata optimalna vrijednost iznosi oko 1,4 eV (elektron-volti), pa se u tehnologiji izrade FN ćelija posvećuje izuzetno velika pozornost.

Slika 8. prikazuje tu ovisnost za različite materijale od kojih se izrađuju FN sunčane ćelije.

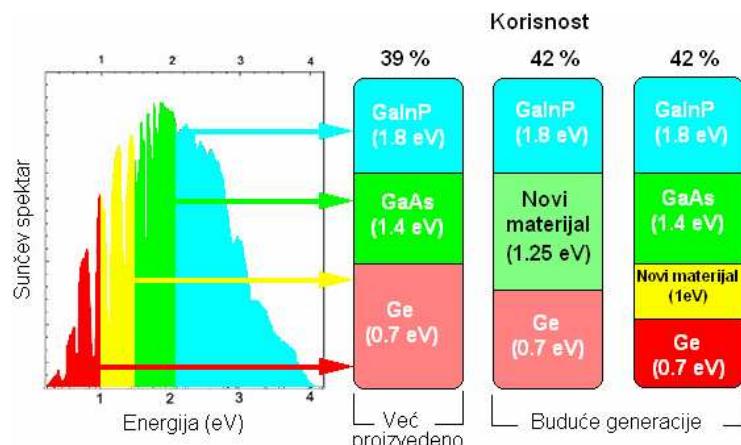


**Slika 8.** Dijagram ovisnosti teorijske efikasnosti (korisnosti) o energetskoj barijeri (energiji praga) za FN sunčane ćelije od različitih materijala

Ne mogu svi fotonii u spektru Sunčevog zračenja koji dospijevaju na neki materijal izazvati fotoelektrični učinak, jer su njihove energije različite. Svaki materijal, pak, ima karakterističnu



graničnu vrijednost energije fotona koja u njemu može pobuditi fotoelektrični učinak (Slika 9.). Ukoliko se pri izradi FN ćelije koristi samo jedan materijal, dio fotonskog spektra ostat će neiskorišten. Tome se u novije vrijeme doskočilo razvojem tzv. višeslojnih sunčanih FN ćelija (Multijunction photovoltaic cells, Slika 10., gornja ružičasta krivulja) koje imaju dva ili više PN slojeva od različitih poluvodičkih materijala. Njihova je karakteristika da imaju korisni učinak veći od teorijski mogućih korisnih učinaka pojedinačnih materijala od kojih su načinjeni. Na ovaj način postignut je korisni učinak i preko 40 %.



**Slika 9.** Slika prikazuje kako pojedini poluvodički materijali korišteni za izradu fotonaponskih sunčanih ćelija koriste različite dijelove spektra Sunčevog zračenja

Sunčane FN ćelije daju napon između 0,5 i 0,7 V i struju gustoće nekoliko desetaka mA/cm<sup>2</sup>, koju uvjetuju snaga i spektar Sunčevog zračenja. Budući da su to niske vrijednosti, pojedinačne sunčane ćelije manjih dimenzija se povezuju u module, a moduli u panele većih dimenzija, čime su izlazne vrijednosti višestruko multiplicirane.

Omjer (u postocima) dobivene fotoelektrične snage ( $P_{fe}$ ) i snage upadnog Sunčevog zračenja ( $P_s$ ) je korisni učinak FN ćelije ( $\eta$ ), koji se može prikazati formulom:

$$\eta = \frac{P_{fe}}{P_s} = \frac{U \cdot I}{S \cdot A} \times 100\%$$

gdje je:

U - izlazni napon (V)

I - izlazna struja (A)

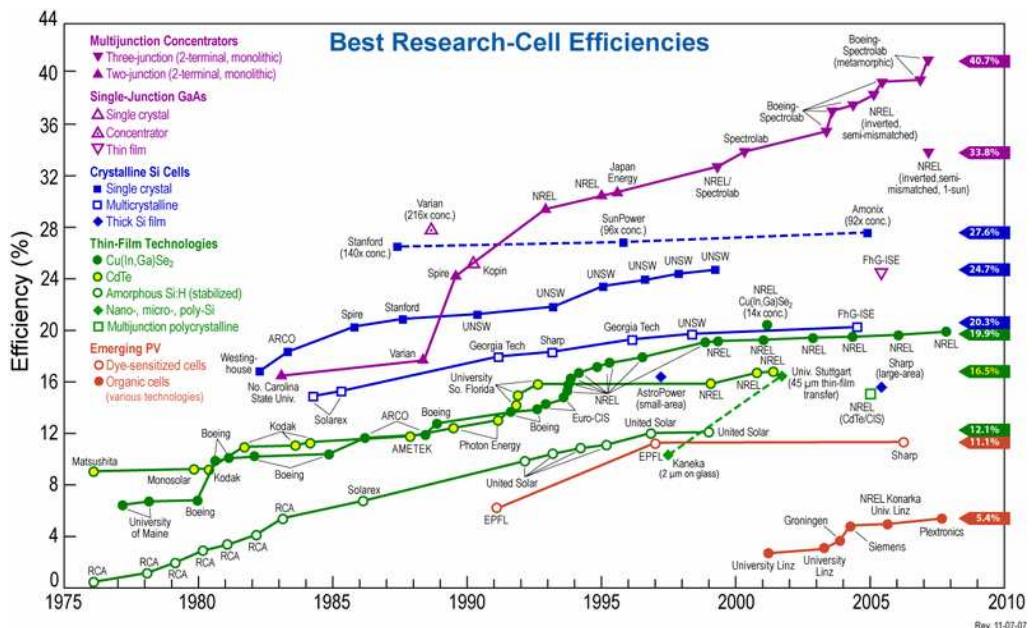
S - Sunčev ozračenje (Wm<sup>-2</sup>)

A - površina FN ćelije.

Na Slici 10. prikazan je vremenski slijed koji prati razvoj korisnog učinka FN ćelija u posljednjih 30-ak godina. Neki od korištenih materijala (organske ćelije) daju učinak od svega 5-



6 %, dok se kod najnaprednijih učinak kreće čak nešto preko 40 %. Ostatak neiskorištene upadne Sunčeve energije troši se na zagrijavanje ćelije smanjujući općenito njezinu učinkovitost.



**Slika 10.** Vremenski razvoj efikasnosti konverzije energije sunčanih FN ćelija (prema National Renewable Energy Laboratory, SAD)

Kao poluvodič u FN ćelijama još se uvijek najčešće koristi kristalni silicij u različitim morfološkim oblicima (monokristalni, polikristalni i amorfni), te niz drugih kristaličnih materijala (kao npr. galij-arsenid (GaAs), kadmij-telurij (CdTe) i bakar-indij(galij)-diselenid (CuIn(Ga)Se<sub>2</sub>)).

Monokristalne silicijske FN ćelije imaju korisni učinak u laboratorijskim uvjetima od oko 14 % (Sunčevu upadnu zračenje snage  $1000 \text{ W m}^{-2}$  na jediničnu površinu pretvara se u električnu energiju snage 140 W).

Polikristalne FN ćelije imaju korisni učinak u laboratorijskim uvjetima od oko 13 %. Jeftiniji su za izradu, ali zbog neotklonjivih grešaka pri proizvodnji u kristalnoj strukturi, učinkovitost im je nešto manja.

Amorfne FN ćelije imaju najniži korisni učinak u laboratorijskim uvjetima, od svega oko 5 %. Njihovo dobivanje je tehnološki najmanje zahtjevno, a upotrebljavaju se na mjestima gdje je potrebna mala snaga.

Galij-arsenidne (GaAs) FN ćelije vrlo su visokog stupnja korisnog učinka (30 %) i slabe osjetljivosti na temperaturne promjene (za razliku od silicijevih), te na različita zračenja. Zbog



visoke cijene koriste se u komercijalne svrhe samo u svemirskim programima i u sustavima s koncentriranim zračenjem.

Kadmij-telurijeve (CdTe) FN ćelije imaju jeftinu tehnologiju izrade, dobra fizikalna svojstva i korisni učinak od oko 16 %. Navedena dobra svojstva nisu bila dovoljna za široku upotrebu ovih ćelija, zbog štetnosti po okoliš i sumnje u kancerogenost teškog metala kadmija.

Osim tehnologije kristalnih FN ćelija, u novije je vrijeme u snažnom zamahu razvoj tehnologije tankog filma. Prednost je u tome što je štedljivija u korištenju materijala, uz omogućavanje fleksibilnije ugradnje prema potrebama jer je tanki film savitljiv (Slika 11.), a energija uložena u proizvodnju takvih sunčanih FN ćelija vraća se u kraćem vremenu, uz nešto niži stupanj korisnog djelovanja. Mogu se koristiti kao građevni elementi u arhitekturi.



**Slika 11.** Sunčana FN ćelija izrađena tehnologijom tankog filma

Promatra li se vrijeme potrebno da se korištenjem FN ćelija vrati energija uložena u proizvodnju, radi se o razdoblju od jedne do nekoliko (3-4) godina, što je prihvatljivo s gledišta roka trajanja (od 10 do 30 godina). Nakon isteka vremena potrebnog za povrat utrošene energije za proizvodnju, u ostatku vremena proizvodi se čista, ekološki prihvatljiva i gotovo besplatna energija.

Najpovoljnija područja za postavljanje FN ćelija su ona koja tijekom godine primaju puno ukupne dozračene Sunčeve energije. Globalno gledano, takva su ekvatorijalna (tropska i suptropska) područja. Lokalno gledano, to su područja s malo naoblake i većim udjelom direktnog Sunčevog zračenja (npr. pustinje) i/ili područja na većim nadmorskim visinama.

U takvim je područjima i glavnina instaliranih kapaciteta u sunčanim elektranama, kojima se učinkovitost dodatno poboljšava odabirom pravilnog nagiba ploha FN panela i njihovom orientacijom, kako bi se kut upada Sunčevih zraka tijekom većeg dijela dana smanjio. Jedna od najvećih sunčanih elektrana na svijetu (Slika 12.), Serpa (izgrađena 2007. godine u Portugalu



blizu Lisabona), ima instaliranu snagu od 11 MW i godišnju proizvodnju veću od 18 GWh (što je ekvivalent potrebama 8 000 kućanstava, uz smanjenje godišnjih emisija CO<sub>2</sub> za 27 200 tona) i rasprostire se na 60 ha brežuljkastog terena, na kojem je postavljeno 52 000 FN čelija.

U posljednje vrijeme veliki broj FN panela ugrađuje se i u područjima koja raspolažu manjim sunčanim potencijalom, što je slučaj u većem dijelu Europe (Italija, Njemačka, Švicarska, Nizozemska).



**Slika 12.** FN solarna elektrana Serpa (kraj Lisabona u Portugalu), instalirane snage 11 MW i godišnje proizvodnje veće od 18 GWh

Iako FN čelije ne mogu davati energiju tijekom noći, velika je prednost da rade i u uvjetima kada zbog utjecaja naoblake nema direktnog Sunčevog zračenja. Globalno Sunčev zračenje u tim je uvjetima smanjenog intenziteta, što uvjetuje da je i izlazna snaga iz FN čelija smanjena, no struja ipak teče i u mnogim uvjetima čak i tada zadovoljava potrebe zbog kojih je instalacija ugrađena.

#### 2.3.1.2. Fotonaponski sustavi koji nisu priključeni na mrežu (samostalni)

Fotonaponski sustavi koji nisu priključeni na mrežu mogu biti sa ili bez pohrane energije, što će ovisiti o vrsti primjene i načinu potrošnje energije, te hibridni sustavi koji mogu biti s vjetroagregatom, kogeneracijom ili dizelskim generatorom. Ovi samostalni sustavi koriste se kod pokretnih (mobilnih) aplikacija kao što je korištenje sunčanih čelija kod manjih uređaja (osvjetljenje i dekoracija prostora (Zadar – „Pozdrav Suncu“), kućanski aparati male potrošnje), pa do područja korištenja u sektoru kampera, nautike, prometa (napajanje parkirališnih uređaja i prometne signalizacije). Masovna proizvodnja i potrošnja uvjetuju s vremenom značajan pad cijena, te je sve isplativije instalirati FN sunčane panele za napajanje uređaja, industrijskih pogona i kućanstava u ruralnim područjima, manje naseljenim područjima i otocima, u kojima je obično slabije razvijena elektroenergetska mreža.



### 2.3.1.3. Fotonaponski sustavi priključeni na javnu elektroenergetsku mrežu

Fotonaponski sustavi priključeni na javnu elektroenergetsku mrežu mogu biti izravno priključeni na javnu elektroenergetsku mrežu – uglavnom su to sustavi većih snaga, ili sustavi priključeni na javnu mrežu preko kućne instalacije – obično fotonaponski sustavi manjih snaga.

#### **a) Fotonaponski sustavi priključeni na javnu elektroenergetsku mrežu preko kućne instalacije**

Tako priključeni fotonaponski sustavi na javnu mrežu preko kućne instalacije pripadaju distribuiranoj proizvodnji električne energije. Dakle, oni omogućuju povezivanje na sustave priključene uglavnom na niskonaponsku razinu elektroenergetskog sustava. U većini se zemalja Europske unije, s obzirom na instaliranu snagu, ovakvi fotonaponski sustavi mogu podjeliti do 30 kW, od 30 kW do 100 kW i preko 100 kW. Primjena ovih fotonaponskih sustava je njihova ugradnja na krovove građevina (kose ili ravne) ili ugradnja u fasade građevina. Za ugradnju većih fotonaponskih sustava na raspolaganju su velike kose ili ravne površine stambenih građevina, proizvodnih hala, športskih dvorana, ugostiteljskih objekta, parkirališne površine itd.. Usavršavanjem rada manjih fotonaponskih sustava počeli su se na građevinama ugrađivati i sustavi većih snaga i do 1 MW. Zanimljivi primjeri su zračna luka u Münchenu, Njemačka, s instaliranim fotonaponskim modulima snage 475 kW i Vatikan, gdje će se nakon nedavne ugradnje 2 400 FN panela ukupne površine 5 000 m<sup>2</sup> na krovu dvorane „Nervi“ (koja služi za opće audijencije), godišnje dobivati oko 300 MWh električne energije.

#### **b) Fotonaponski sustavi izravno priključeni na javnu elektroenergetsku mrežu**

Ovi sustavi su izravno priključeni na javnu energetsку mrežu i svu proizvedenu električnu energiju predaju u elektroenergetski sustav. Za njih je karakteristična veća snaga i uglavnom se instaliraju na većim površinama u blizini elektroenergetske mreže. Za ove sustave se može reći da predstavljaju prave sunčane FN elektrane. Obično zahtijevaju od 30 do 40 m<sup>2</sup> površine za jedan kW snage, što je oko tri do četiri puta više u odnosu na kristalne module ili šest puta više u odnosu na module tankog filma instalirane na kosim krovovima. S obzirom na instaliranu snagu ovi fotonaponski sustavi dijele se na one snage do 10 MW, od 10 MW do 30 MW i snage veće od 30 MW.

Primjere fotonaponskih sustava ili sunčanih elektrana snage do 10 MW nalazimo u mjestu Heusden u Belgiji, snage 4,7 MW, te u mjestu Villar de Cuenca u Španjolskoj, snage 9,8 MW. U posljednje vrijeme širom se svijeta mogu vidjeti sunčane elektrane većih snaga, i preko 10 MW. Jedne od većih sunčanih elektrana su: sunčana elektrana Zeithain, Njemačka, instalirane snage 12 MW, sunčana elektrana Almeria, Španjolska, snage 15 MW te sunčana elektrana Serpa, Portugal, instalirane snage od 11 MW.



Primjere sunčanih elektrana snage veće od 30 MW nalazimo u Njemačkoj. Jedna sunčana elektrana zove se Waldpolenz, instalirana u mjestu Brandis, na nekadašnjoj vojnoj zračnoj luci, snage 40 MW. Druga je snage 53 MW, smještena na nekadašnjem vojnom poligonu i zove se Lieberoser Heide. Trenutno je u gradnji (investitor je Vatikan), sjeverno od Rima, najveća sunčana elektrana u Europi, instalirane snage 100 MW, koja će proizvoditi 130 GWh električne energije godišnje i njome opskrbljivati 40 000 kućanstava).

### 2.3.2. Koncentrirana sunčana snaga (CSP – Concentrating Solar Power)

Električna energija može se dobivati i u tzv. sunčanim termoelektranama, koje su najčešće na kombinirani pogon (uz sunčani, imaju još i dodatni izvor na fosilna goriva, najčešće zemni plin). U njima se Sunčeva energija prvo pretvara u toplinsku, te potom u električnu. Usprkos činjenici da je u tom procesu konverzije jedna karika više, efikasnost im je zavidna (20-40%), a negativan utjecaj na okoliš zanemariv. Područja s puno sunčanih sati (poput pustinja i polupustinja) izrazito su pogodna za izgradnju ovakvih elektrana.

Trenutno u svijetu radi nekoliko tzv. koncentrirajućih termalnih sunčanih elektrana (CSP – Concentrated Solar Power). U njima se pomoću sustava zrcala (ravnih ili paraboličnih) ili leća, kombiniranog sa sustavom za praćenje položaja Sunca na nebeskom svodu, izravno Sunčeve zračenje fokusira na spremnike s nekim fluidom (voda, ulje, tekući natrij i sl.) koji se zagrijava, te se njegovim prolaskom kroz turbine ili toplinske (Stirling) motore proizvodi električna energija.

U tom procesu nastaju vrlo visoke temperature, pa su ovakvi sustavi ujedno pogodni za proizvodnju topline i pare za druge namjene (tzv. kogeneracija). Za primjenu ovakvih sustava potrebna je dnevna vedrina, te u područjima sa značajnjom naoblakom imaju ograničenu primjenjivost. Prema izvedbi i korištenom sustavu zrcala/leća, CSP sustavi se dijele na nekoliko grupa:

1. parabolični kolektori
2. sunčani tornjevi
3. sunčani tanjuri
4. Fresnel reflektori
5. sunčane uzgonske elektrane.

#### 2.3.2.1. Parabolični kolektori

Sastavljeni su od niza dugih paraboličnih zrcala i kolektora (cjevovoda) smještenog u žarište (Slika 13 i Slika 14.). Velika je prednost ovoga sustava što se ne mora pomicati ukoliko je pomak položaja Sunca na nebu u odnosu na sustav paralelan, jer Sunčeve zrake u takvim uvjetima i dalje padaju na kolektore, dok je u ostalim okolnostima potrebna rotacija oko jedne osi (Slika 15.). U kolektorskem sustavu struji sintetsko ulje, rastopljena sol ili para pod tlakom.



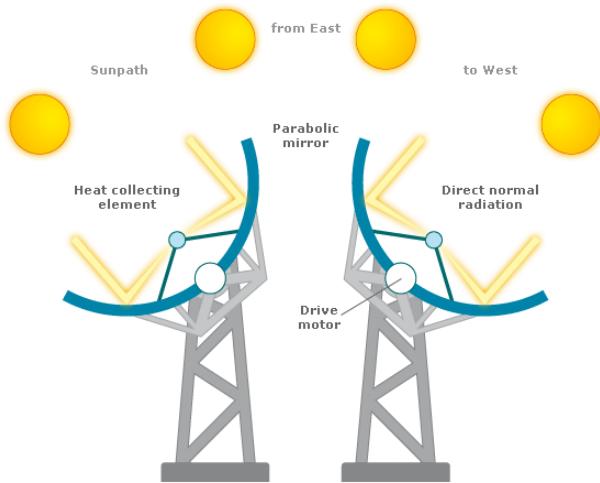
Gubici konvekcijom i kondukcijom mogu se smanjiti smještanjem kolektora u vakumirano staklo. Najveća sunčana termoelektrana s paraboličnim kolektorima instalirana je u pustinji Mojave u južnoj Kaliforniji u razdoblju od 1985. do 1991. godine, ukupne snage 354MW i ukupne površine kolektora od 2 295 000 m<sup>2</sup>.



**Slika 13.** Parabolični kolektor



**Slika 14.** Polje paraboličnih kolektora, (pustinja Mohave, Kalifornija, SAD)



**Slika 15.** Zrcala paraboličnog reflektora rotiraju oko jedne osi i prate Sunce na prividnoj putanji po nebeskom svodu radi postizanja maksimalnog učinka

### 2.3.2.2. Sunčani tornjevi

Elektrane ovoga tipa prostorno su zahtjevne, jer se oko središnjeg tornja smješta veliki broj zrcala koja reflektiraju Sunčeve zrake u kolektor (Slika 16.). Zahvaljujući mogućnosti postizanja vrlo visokih temperatura, efikasni su ne samo u proizvodnji, nego i u skladištenju energije, koje



ovisi o korištenom fluidu. Dodatna im je prednost da se mogu izgraditi i u brdskim područjima. Zrcala su konstruirana kao heliostati (rotacija oko dvije osi), jer tijekom dana moraju pratiti položaj Sunca na nebeskom svodu. Time je cijena gradnje i održavanja povećana.



**Slika 16.** Sunčani toranj „Solar Two“ u Barstowu, SAD

### 2.3.2.3. Sunčani tanjuri

Sastoje se od niza zrcala posloženih u obliku parabole koji reflektirajući fokusiraju izravne Sunčeve zrake u žarište gdje se nalazi kolektor (Slika 17.). U njemu se razvijaju vrlo visoke temperature. Zagrijani fluid pogoni Stirlingov ili parni stroj. Za rad im je neophodno vedro vrijeme, a optimalno pozicioniranje postiže se rotacijom „tanjura“ oko dvije okomite osi. Korisnost ovakvih uređaja je oko 30% (teorijski do 90%), a koncentrirajuća snaga je obično od 30 do 50 Sunaca (što znači da se toliko puta poveća dotok Sunčevog zračenja po jedinici površine u odnosu na stanje bez koncentriranja pomoću zrcala). Ograničavajuće okolnosti za širu primjenu su česta servisiranja zbog mehaničkih dijelova, te skupa parabolična zrcala. Sunčane termoelektrane s tanjurastim kolektorima pogodne su za manje potrošače električne energije snage do 100 kW.

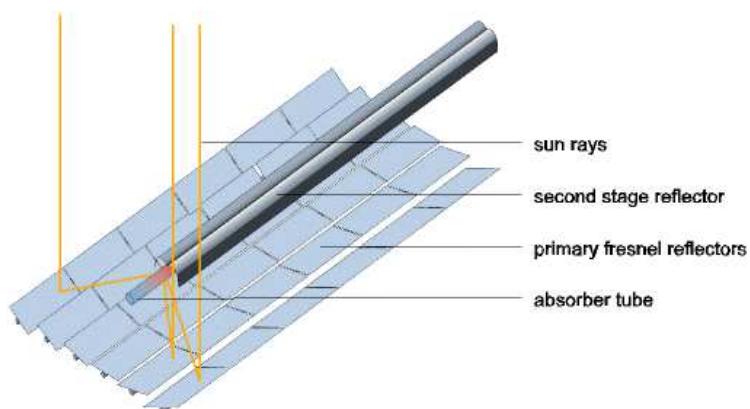




**Slika 17.** Sunčani tanjur sa Stirlingovim strojem

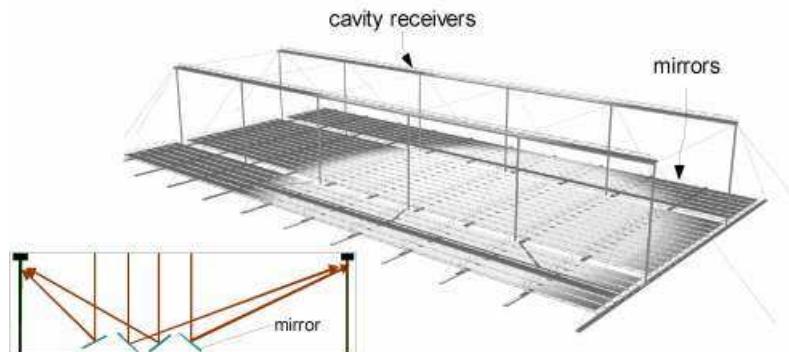
#### 2.3.2.4. Fresnel reflektori

Ovi sustavi sastoje se od niza dugih ravnih ili malo zakrivljenih zrcala, koja rotirajući samo oko jedne osi prate položaj Sunca i reflektiraju izravne Sunčeve zrake na fiksni linijski kolektor na visini od oko 8 m od tla, kojih može biti jedan (Slika 18. – prototip Solarmundo, Belgija) ili više (Slika 19. – prototip CLFR – Compact Linear Fresnel Reflectors, Australija – kompaktni linijski Fresnel reflektori). Oba spomenuta pogona su u fazi prototipa i trebali bi biti dijelovi hibridnog (kogeneracijskog) sustava, umanjujući utrošak fosilnih goriva za dobivanje električne energije. Maksimalni učinak (od oko 20 %) postiže se zahvaljujući pokretnim rotirajućim zrcalima koja ne bacaju sjenu na okolna zrcala (Slika 20.).



**Slika 18.** Shematski prikaz Fresnel reflektora s jednim linijskim kolektorom, koji apsorbira zrake reflektirane sa zrcala (Solarmundo, Belgija)





**Slika 19.** Fresnel reflektori (CFLR, Australija) s dva kolektora (veća slika) i prikaz refleksije Sunčevih zraka na zrcalima (manja slika)



**Slika 20.** Fresnel reflektori tipa CLFR u Australiji (lijevo), koji rade u kogeneraciji s termoelektranama (desno). Uočljive su šine i valjci pomoću kojih se reflektori zakreću.

#### 2.3.2.5. Sunčane uzgonske elektrane

Električna energija se ovom tehnologijom dobiva pomoću standardnih turbina smještenih u tornju i pogonjenih toplim zrakom. Topli zrak proizvodi se ispod velike ostakljene površine, a prema tornju se giba zbog ukošenosti površine. Ostakljena površina treba biti izrazito velika. Pretvorba Sunčeve u toplinsku energiju nije učinkovita, no zanimljiva je zbog niskih investicijskih troškova. Prototip koji je izgrađen 1982. u Španjolskoj i bio je u probnom radu do 1989., imao je problema s vrtloženjima. Temeljni preduvjet za gradnju sunčanih dimnjačkih elektrana dostatan je intenzitet Sunčeva zračenja (da bi se za razmatranu lokaciju ekonomski opravdala gradnja postrojenja, potrebna je najmanja insolacija od 2000 kWh/m<sup>2</sup> godišnje). Najjužniji dijelovi hrvatske obale imaju insolaciju od najviše 1600 kWh/m<sup>2</sup> godišnje, pa gradnja sunčanih uzgonskih elektrana u Hrvatskoj za sada nije ekonomski opravdana.



Svi navedeni CSP sustavi mogu znatno povećati svoju učinkovitost i pouzdanost u isporuci električne energije ugradnjom sustava za skladištenje topline. Višak Sunčeve energije tijekom dana koji ne može biti pretvoren u električnu energiju, skladišti se u obliku toplinske energije i koristi nakon zalaska Sunca. Za tu svrhu koriste se materijali velike energetske gustoće (tj. toplinskog kapaciteta), kao što je npr. kuhinjska sol, čiji je sastojak natrij (metal upravo takvih svojstava), a moguća je upotreba i pregrijane vodene pare pri visokom tlaku (50 bara) i temperaturi (gotovo 300 °C), te pročišćeni grafit.

U budućnosti se očekuje, kada se iz faze prototipa i probnih pogona prijeđe na komercijalnu primjenu, smanjenje troškova ulaganja u sunčane termoelektrane s paraboličnim kolektorima za 50%, u sunčane termoelektrane s prihvativnikom na tornju i poljem heliostata za 33% te u sunčane termoelektrane s paraboličnim tanjurastim kolektorima za 25%.

#### 2.4. DEFINIRANJE GRANICA PLANERSKOG PODRUČJA

Planersko područje obuhvaća prostor cijele Primorsko-goranske županije (u nastavku Županija).



**Slika 21.** Karta planerskog područja (Prostor Primorsko-goranske županije)



Studija obrađuje područje cijele Županije (Slika 21.), bez obzira što se za neka područja unaprijed zna da su manje pogodna za smještaj sunčanih elektrana. Razlog za to je više. Prvi razlog je praktične prirode i proizlazi iz načina obrade podataka u računalnim programima. Pri izvođenju analiza, *a priori* izbacivanje pojedinih područja često znači dodatni posao, a ne manji (kako bi se moglo očekivati). Pored toga, postoji još i opći razlog za uključivanje cijelog prostora Županije, a taj je da tvrdnja da neki dijelovi prostora nikako nisu pogodni za smještaj sunčanih postrojenja, ne mora biti sasvim točna. Unaprijed nije moguće znati da će se u predviđeno pogodnim područjima stvarno i pronaći pogodne lokacije za smještaj sunčanih elektrana.

Primorsko-goranska županija je prostorno izrazito raznolika županija koja se sastoji iz tri prostorne cjeline različite po svojim prirodno-fizičkim osobinama i stupnju razvitiča: Gorski kotar, priobalje i otočki prostor. Za očekivati je da će najveći potencijal za smještaj sunčanih elektrana imati otočki prostor, a najmanji Gorski kotar, zbog većeg Sunčevog potencijala, no te ne znači da je prostor Gorskog kotara općenito nepogodan za izgradnju sunčanih elektrana već samo da bi vrijeme povratka ulaganja tamo bilo veće. Isto tako otočki prostor, iako ima najveći Sunčev potencijal, s druge strane zbog strmog terena može biti potpuno neprikladan za izgradnju sunčanih elektrana.

## 2.5. OPIS PLANERSKOG PODRUČJA

Županija Primorsko-goranska zauzima površinu od 7 994 km<sup>2</sup>, od toga na kopneni dio sa otocima otpada 3 595 km<sup>2</sup> (45 %), a na morski dio 4 399 km<sup>2</sup> (55 %). Na navedenom teritoriju živi 322 964 stanovnika, od čega u Gorskem Kotaru 9 %, otocima 12 % a u obalnom dijelu 79 %. Obuhvaća 582 naselja uстроjenih u 14 gradova i 21 općinu. Županija je smještena na najsjevernjem dijelu hrvatskog Jadrana i (uz Tršćanski zaljev) na najsjevernjem dijelu Sredozemlja. Vrijednost zemljopisnog položaja Županije je smještaj na križištu srednjoeuropskih i jadranskih-sredozemnih putova. Danas taj prostor povezuje glavni grad Zagreb s glavnom hrvatskom lukom Rijekom.

Po socioekonomskim značajkama Primorsko-goranska županija, slično kao i druge županije na hrvatskom Jadranu, ima urbanizirano i gusto naseljeno priobalje, slabije nastanjene otoke, te nerazvijeno i reljefno izolirano zaleđe. Prema prirodno-fizičkim osobinama i stupnju razvitiča razlikuju se tri osnovne cjeline: goransko područje, priobalno područje i otočno područje. Osim po prirodnim karakteristikama, ovi se prostori bitno razlikuju po naseljenosti, strukturi i tipovima naselja, njihovoj funkcionalnoj opremljenosti, po gospodarskim, demografskim, ekološkim i inim prilikama.

Područje **Gorskog kotara** obuhvaća oko 21 % Županije, koji se po svim prirodnim karakteristikama naziva gorski. To područje od prirodnih resursa najviše obiluje sa šumom i vodom, naročito podzemnom vodom. Osim navedenog, smještena su i manja ležišta mineralnih



sirovina (šljunka, pjeska, tehničkog kamenja). Goransko područje oskudijeva s obradivom poljoprivrednom površinom (samo 0,15 hektara po stanovniku), pa Županija predstavlja marginalnu poljoprivrednu regiju čiji su prirodni resursi nedostatni za prehranjivanje vlastitog stanovništva.

U Gorskem kotaru prevladava umjerena kontinentalna klima koja u višim dijelovima prelazi u relativno nepogodnu planinsku klimu. Prostor se odlikuje čistim zrakom i vodom čija je kvaliteta najvišeg ranga, u kojem okruženju se razvila vrlo bogata flora, fauna i vegetacija. U vrednovanju bioraznolikosti, ovo područje ima visoki stupanj kvalitete, što se očituje u velikom broju biljnih i životinjskih vrsta.

Izgrađenost područja je vrlo mala, a u skladu s time i napućenost prostora stanovništvom. Izrazita negativna značajka ovog područja je neprekidno smanjenje stanovništva, koje poprima dramatične razmjere. Demografska regresija naselja Gorskog kotara jedna je od najsnažnijih u Hrvatskoj (naročito bivša općina Delnice u kojoj čak 83 % naselja bilježi pad broja žitelja).

Vrlo dinamičan razvitak gospodarskih djelatnosti s potencijalima i kapacitetima drvne industrije i šumarstva do sedamdesetih godina ovog stoljeća, bilježi negativna kretanja nakon tog razdoblja. Prometna infrastruktura lokalnog značenja vezana je na glavni poprečni koridor Podunavlje - Jadran (cesta i željeznica), u kojem nisu iskorištene prednosti relativne blizine glavne državne luke i glavnih centara gospodarskog razvoja (Zagreb - Rijeka).

Činjenica da je područje vrlo bogato pitkom vodom, u vodoopskrbi nije odgovarajuće iskorištena, pa se često upotrebljava i zdravstveno neispravna voda (naročito u čabarskom području). Na vodovodnu mrežu priključeno je oko 80 % stanovnika, a odvodnjom je obuhvaćen vrlo mali broj (oko 25 %). Uz prisutnost značajnih energetskih instalacija i potencijala, potrebe pokriva zadovoljavajuće samo elektroopskrba.

**Primorje** je vitalni dio Županije koji obuhvaća oko 17 % njezine površine. Ono ima na međunarodnoj i nacionalnoj razini prvorazrednu funkciju u integriranju širih prostora Podunavlja s Jadranom i Srednjoeuropskog područja s jugoistočnom Europom. Grad Rijeka kao središte Županije je ulazno-izlazno prometno čvorište sustava koji povezuje Srednju Europu i Mediteran. Ta okolnost generirala je snažnu koncentraciju infrastrukturnih sustava (promet i energetika) i industrije. Na tom obalnom području prisutan je propulzivan demografski razvitak, slijedom čega je оформljena mreža naselja koja obuhvaćaju oko 70 % stanovništava Županije.

U obalnom pojasu koje se naziva Primorje stanje okoliša je vrlo raznoliko. Povećano onečišćenje zraka (II. i III. kategorija) prisutno je na području Riječkog zaljeva (uži centar Rijeke) i Bakarskog zaljeva gdje su ujedno i podzemne vode najugroženije. Zaštita izvorišta vode za piće je vrlo kompleksna zbog hidrogeoloških specifičnosti krša. Bogatstvom kopnene flore i faune izdvajaju se pojedine oaze u primorju - flišne udoline Rječine, Drage i Vinodola s nizom



kontinentalnih vrsta, a u planinskom okviru Učka i Obruč s bogatstvom staništa i miješanjem kontinentalnih, primorskih i planinskih vrsta.

Demografska struktura je neujednačena, tako da je najmlađe stanovništvo Rijeke (36,4 godina). Svi pokazatelji starosti i procesa starenja govore o razvoju regresivnog modela stanovništva. U novoformiranom teritorijalnom ustroju imamo vrlo malo područja koja imaju kvalitete progresivnog pučanstva, kao što su Rijeka, Viškovo, Kastav. Od ukupnog broja stanovništva u naseljima priobalja živi 77 %.

Postojeći gospodarski kapaciteti najvećim su dijelom smješteni u obalnom dijelu Županije. Tako na prostoru obalnih općina, (koje zauzimaju 35 % površine Županije), ima 81 % radnih mjesta, a u samom gradu Rijeci 59 % radnih mjesta Županije. Ono se odlikuje jakim tercijarnim sektorom, posebno prometom i turističko-ugostiteljskom djelatnošću. U užem obalnom pojasu između Kraljevice i Opatije formirana je kontinuirana urbana zona, koja čini jednu gospodarsku i funkcionalnu cjelinu. Ta struktura formirala je metropolitansko područje koje zbog prevelike koncentracije ljudi i kapitala potiče intenzivno investiranje (gradnju i opremanje), čije posljedice su neravnomjerni razvoj Županije, a samim time i sve ostale pojave koje proističu iz toga. Dinamičan razvitak gospodarskih djelatnosti sedamdesetih godina ovog stoljeća, bilježi negativne pokazatelje nakon tog razdoblja (1995. godine bilo je zaposleno samo oko 25 % stanovništva, a ranije oko 45 %).

Stanje sustava vodopskrbe i odvodnje je relativno dobro razvijeno, dok njihov međusobni odnos ne zadovoljava, na što ukazuje odnos priključenosti domaćinstava. Na vodovod je priključeno 96 %, a na odvodnju 40-80 % domaćinstva, ovisno o području. Strukturno cjelovit energetski sustav ima jedino Grad Rijeka. Energetski sustav u cjelini namiruje potrebe korisnika, ali s ograničenim mogućnostima izbora u odnosu na standard usluge.

Iako međusobno različiti po nizu svojih osobitosti, **otoci** Županije primorsko-goranske imaju neke zajedničke probleme, a i prednosti. Otočno područje ima blagu mediteransku klimu i čisti zrak. More je pretežito čisto i nezagađeno (izuzev Omišaljskog zaljeva) s vrlo bogatom i raznolikom morskom florom i faunom. Kopnena flora i fauna otoka je također iznimno bogata, s nizom specifičnosti, posebno endema i relikata, te rijetkih i ugroženih vrsta.

Povoljne i zadovoljavajuće demografske prilike imaju lokalna središta uz obalu, dok mala raštrkana naselja po unutrašnjosti otoka nazaduju i propadaju. Na malim otocima prevladavaju negativni demografski tijekovi. Dinamičan razvitak gospodarskih djelatnosti sedamdesetih godina razvio se zahvaljujući prvenstveno turizmu i ugostiteljstvu, a manje pratećem prometu, poljoprivredi i ribarstvu. Nakon pada aktivnosti tijekom domovinskog rata, u zadnjem desetljeću dolazi do ponovnog gospodarskog oživljavanja.

Otočni je prostor razvojem cestovnog prometa doživio izrazitu transformaciju. Zamjenom klasičnog brodskog prometa za povezivanje otoka s kopnom i međusobno novim trajektnim



vezama, došlo je do ukupne preraspodjele putovanja i promjene u ponudi prometnih usluga. Izgradnjom cesta na otocima dolazi do globalizacije korištenja otočnog prostora, a puštanjem u promet Krčkog mosta Krk kao najveći otok pripaja se kopnu.

Opskrba vodom je zadovoljavajuća, izuzev ljetne sezone kada su kapaciteti premali (turizam). Svaki veći otok ima svoj autonomni sustav vodopskrbe kvalitetnom vodom. Izuzetak je Otok Krk, gdje se sjeverni dio dijelom opskrblije vodom iz industrijskog vodovoda akumulacije Tribalj za DINU. Na vodovod je priključeno oko 80 % stanovništva, a na odvodnju oko 50 %.

Energetski sustav uglavnom namiruje potrebe korisnika, ali iziskuje značajna materijalna ulaganja. Nedovoljno su valorizirane potencijalne mogućnosti racionalizacije u namirivanju vlastitih potreba, korištenjem obnovljivih izvora, prije svega za potrebe turizma.

## **2.6. OSVRT NA POSTOJEĆE STANJE DJELATNOSTI U PLANERSKOM PODRUČJU**

Energetika je jedna od ključnih gospodarskih djelatnosti koja je tehnološki zaokružena u okviru energetskog sustava. Na prostoru Primorsko-goranske energetski sustav čine objekti za energetske transformacije: termoelektrana, hidroelektrane, rafinerija nafte, javne toplane, industrijske kotlovnice i gradska plinara.

Mogućnosti korištenja obnovljivih izvora energije (Sunčeva energije, biomasa, mali vodotoci i energija vjetra) u Županiji do sada nisu dovoljno iskorištene. U Županiji postoji izvjestan broj objekata koji su ugradili sustave za niskotemperaturnu konverziju s ravnim sunčanim kolektorima (hoteli, kampovi, bazeni, stambeni objekti). Proizvedena energija takvih sustava je za energetsku bilancu Županije zanemariva.

Sustavno korištenje Sunčeve energije u obliku sunčanih elektrana na području Županije ne postoji, ali je predviđeno prostornim planom (SNPGŽ 14/00, 12/05, 50/06, Članak 97.).

## **2.7. ENERGETSKI KAPACITETI PLANERSKOG PROSTORA S OBZIROM NA POSTOJEĆE TEHNOLOGIJE SUNCANIH ELEKTRANA**

Izvan ekvatorijalnih i suptropskih područja, gdje su uvjeti za iskorištavanje Sunčeve energije optimalni, sunčani potencijal postupno opada idući prema polovima. Tome je razlog sve duži put Sunčevih zraka kroz atmosferu, što za posljedicu ima veće raspršenje i manju količinu energije koja dolazi do Zemljine površine. Za neku geografsku širinu Sunčev potencijal je to veći što je veći prosječni broj sunčanih sati tijekom dana (insolacija), odnosno što je manja prosječna količina naoblake. Slika 22. prikazuje osnovnu prostornu razdiobu insolacije na Zemlji, gdje se jasno uočavaju maksimumi insolacije u pustinjama suptropskog područja.





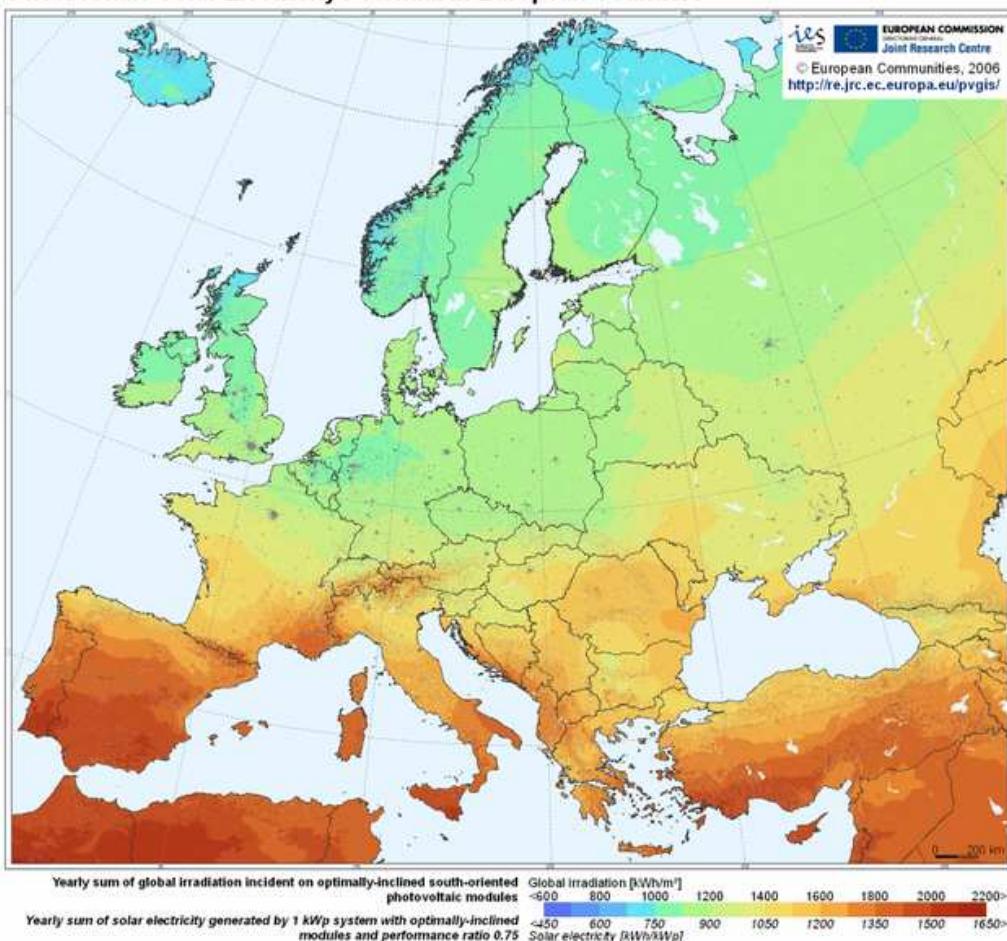
**Slika 22.** *Insolacija u svijetu u najnepovoljnijem mjesecu u godini*

Sukladno tome, Europa, koja se nalazi u umjerenim širinama, nije prebogata Sunčevim potencijalom (Slike 22. i 23.). Unatoč tome, proizvodnja i ugradnja uređaja za dobivanje električne energije iz Sunčeve u Europi je vrlo intenzivna (kao i u drugim područjima umjerenih širina), i to s trendom stalnog, gotovo eksponencijalnog rasta u proteklih 15 godina (Slika 24.). Tome značajno doprinosi i intenzivan razvoj tehnologije sunčanih fotonaponskih (FN) ćelija (vidi Sliku 10.). Pri tome primjena manjih modula u domaćinstvima ima opći trend rasta, ali raste i broj velikih pogona (elektrana) za proizvodnju električne energije iz Sunčeve. Tako Europska unija u svojem planu do 2010. godine planira ugradnju 3000 MW snage u FN sustavima, što je povećanje od sto puta u odnosu na 1995. godinu.

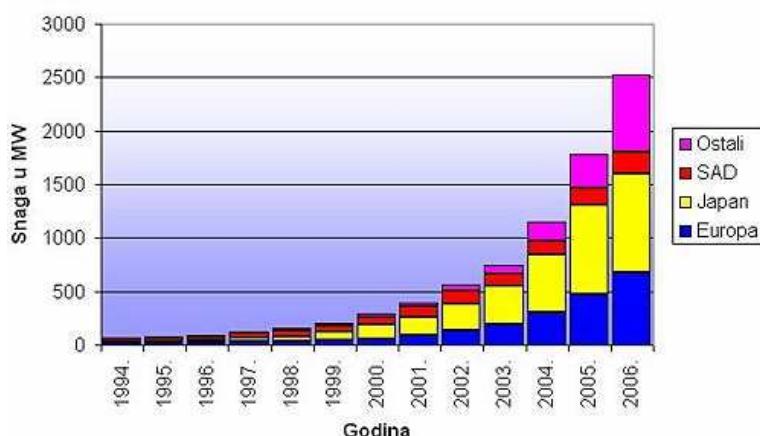
Jedan od većih sustava FN panela (kako u Europi, tako i u svijetu) izgrađen je u blizini mjesta Serpa (zapadni Portugal uz granicu sa Španjolskom,  $\varphi = 37^{\circ}56' N$   $\lambda = 7^{\circ}35' E$ ), 200 km jugoistočno od Lisabona (vidi Sliku 12.). Instalirana snaga mu je 11 MW, uz godišnju proizvodnju električne energije veću od 18 GWh, što je ekvivalent potrebama 8000 kućanstava i znači smanjenje godišnjih emisija CO<sub>2</sub> za 27200 tona. Smješten je na površini od 60 hektara, na kojoj je postavljeno ukupno 52000 FN ćelija.



Photovoltaic Solar Electricity Potential in European Countries



**Slika 23.** Godišnji Sunčev FN potencijal u Europi za fiksnu optimalno orijentiranu južnu plohu uz omjer performansi (koji uzima u obzir gubitke zbog konverzije istosmjerne u izmjeničnu struju) od 75 %



**Slika 24.** Proizvodnja FN ćelija u svijetu

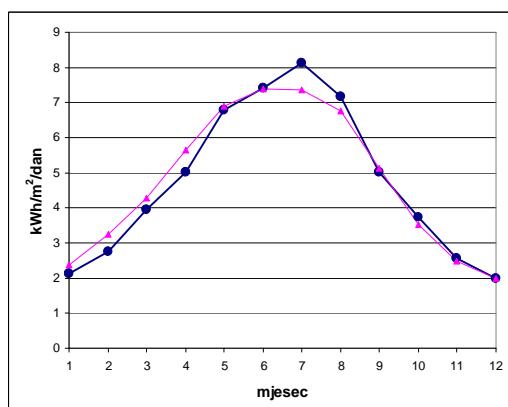


S druge strane, tehnologija koncentriranja Sunčeve snage (CSP), kojom se u sunčanim (ili kombiniranim) termoelektranama Sunčeva energija pretvara prvo u toplinsku, a tek potom u električnu, uglavnom se primjenjuje na nižim geografskim širinama, te u pustinjskim područjima s velikom insolacijom. Ipak, trenutno je i u Europi u pogonu ili u fazi izgradnje sunčanih termoelektrana ukupne instalirane snage oko 300 MW (vidi Sliku 25.), uz očekivanje da će njihova ukupna instalirana snaga do 2010. godine biti 500-1000 MW, a do 2020. i više od 20.000 MW.



**Slika 25.** Prva komercijalna europska CSP sunčana termoelektrana Solucar PS10 u Sevilli (Španjolska) s 11 MW instalirane snage

Za potrebe izrade stručne podloge „Kriteriji i metodologija za izbor lokacija za izgradnju solarnih elektrana u Republici Hrvatskoj“, spomenuta FN sunčana elektrana Serpa u Portugalu koristila je kao referentni primjer u procjeni Sunčevog potencijala u Republici Hrvatskoj. S obzirom da službena mjerjenja globalnoga zračenja u Serpi nisu bila dostupna, za prikaz Sunčevog potencijala navedenog područja koristila se procjena vrijednosti globalnog zračenja (Slika 26.) za mjesto Beja (30 km zapadno od Serpe), izračunatih pomoću modela (Penzar, 1959) u funkciji prosječne mjesecne insolacije (podaci iz WMO, 1996.).



**Slika 26.** Procjena (plava linija, krugovi) godišnjeg hoda srednje mjesecne ukupne dnevne dozračene Sunčeve energije na horizontalnu plohu (izračunata u funkciji prosječne mjesecne insolacije) za mjesto Beja u blizini FN sunčane Serpa u Portugalu. Za usporedbu (ljubičasta linija, trokuti) su prikazani i srednjaci (2000.-2007.; baza podataka WRDC) mjerjenih vrijednosti za Lisabon.



Prema prikazanoj procjeni, FN sunčana elektrana u Serpi nalazi se u području u kojem srednja godišnja ukupna dnevna dozračena Sunčeva energija na horizontalnu plohu iznosi  $4,72 \text{ kW/m}^2/\text{dan}$ , uz godišnji opseg variranja mjesecnih srednjaka od  $6,14 \text{ kW/m}^2/\text{dan}$  (od  $1,98 \text{ kW/m}^2/\text{dan}$  u prosincu do  $8,12 \text{ kW/m}^2/\text{dan}$  u srpnju).

S obzirom da, koliko se može približno procijeniti prema Slici 23., područje Serpe u Portugalu ima sličan Sunčev potencijal kao područje na kojem se nalazi spomenuta CSP termoelektrana u Sevilli u Španjolskoj, tako da se Sunčev potencijal u Hrvatskoj može usporediti sa Sunčevim potencijalom dva područja u Europi u kojima funkcioniraju dvije sunčane elektrane s istom instaliranim snagom (11 MW), bazirane na dvije različite tehnologije (FN i CSP). Na temelju Slike 23. može se također približno procijeniti da ta područja imaju oko 10-20 % veći Sunčev potencijal od južne Hrvatske, a oko 40 % veći Sunčev potencijal od sjeverne Hrvatske.

Primorsko-goranska županija ima Sunčev potencijal koji je u nekim njezinim područjima (otoci: Lošinj, Unije, Susak, veći dio Cresa i Raba) vrlo blizu uvjetima u kojima su izgrađene najveće sunčane elektrane u Europi. Istovremeno, može se zaključiti da je komercijalno iskorištavanje Sunčeve energije za proizvodnju električne energije pri postojećim tehnologijama proizvodnje (ponajprije FN panela) moguće na cijelom teritoriju Županije (pri čemu bi na nekim područjima vrijeme povrata ulaganja bilo manje, a na drugima veće, što bi trebalo biti predmetom analize troška i koristi). Kao prilog ovoj tvrdnji može poslužiti FN sunčana elektrana u Pockingu (blizu mjesta Passau u Bavarskoj, Njemačka) koja djeluje u uvjetima Sunčevog potencijala (približno prosječno  $3 \text{ kW/m}^2/\text{dan}$ ) koji je niži od Sunčevog potencijala na većini državnog teritorija RH.

## 2.8. ODABRANI POJAVNI OBLICI DJELATNOSTI I NJIHOV OPSEG

Prije procesa vrednovanja prostora za smještaj sunčanih elektrana potrebno je odrediti tipove tih objekata koji su pogodni za smještaj na prostor Primorsko-goranske županije, kao i njihov opseg ili dimenzije.

Na temeljnu detaljne analize dviju tehnologija za pretvaranje Sunčeve energije u električnu može se zaključiti da je tehnologija sunčanih fotonaponskih (FN) sustava primjerena za smještaj na prostor Županije. Razlog tome leži u intenzivnom razvoju tehnologije sunčanih fotonaponskih (FN) celija koje postižu sve veću učinkovitost u izravnoj pretvorbi Sunčeve u električnu energiju, što, uz sve niže troškove proizvodnje, omogućuje instalaciju i korištenje ovih uređaja i u područjima manjeg Sunčevog potencijala. Primjere primjene ove tehnologije nalazimo posvuda po Europi (Portugal, Španjolska, Belgija, Njemačka, Italija).

S druge strane, tehnologija koncentriranja Sunčeve snage (CSP), uglavnom se primjenjuje na nižim geografskim širinama, te u pustinjskim područjima s velikom insolacijom. Primjere



sunčanih termoelektrana u Europi za sada nalazimo samo u Španjolskoj (u Sevilli i Almeriji), Italiji (u Aldranu, Sicilija) i jednu demonstracijsku sunčanu termoelektranu u Njemačkoj na institutu Jülich. Ova tehnologija bi se mogla primijeniti samo na području Županije s najvećim sunčanim potencijalom (dijelovi otoka PGŽ-e). Potrebno je istaknuti da je kod CSP tehnologije prisutan veći utjecaj na okoliš, od utjecaja na smanjenje vizualnih kvaliteta prostora zbog izgradnje tornjeva (različitih visina od 50 do preko 100 m), do mogućeg utjecaja na vodne resurse zbog korištenja termalnog ulja ili rastopljene soli zbog čega ovu tehnologiju nije prihvatljivo planirati u krškim područjima, te u području s malom količinom oborina i ograničenim vodnim resursima.

Sunčane fotonaponske (FN) elektrane pripadaju fotonaponskim sustavima izravno priključenim na javnu elektroenergetsku mrežu i riječ je o sustavima većih snaga. S obzirom na instaliranu snagu ovi fotonaponski sustavi dijele se na one snage od 0,5MW do 10 MW, od 10 MW do 30 MW i snage veće od 30 MW. Za područja s najvećim Sunčevim potencijalom u Županiji, može se pretpostaviti (Antonić i dr. 2009.), na temelju usporedbe s FN sunčanom elektranom Serpa, da bi na svakom od njih (uz prosječnu postojeću tehnologiju FN panela, te uz potpuno zauzeće površine 1 x 1 km) bilo moguće podići sunčanu elektranu instalirane snage prosječno 18-22 MW (uz godišnju proizvodnju od oko 28-33 GWh električne energije), iz čega se može procijeniti da bi minimalna površina za sunčanu elektranu snage od 0,5 MW trebala biti približno četrdeset puta manja (oko 2,5 ha). Slijedeći isti razmjer, potrebna površina za smještaj sunčane elektrane snage od 1 MW mogla bi se procijeniti na 5 ha, od 10 MW na 50 ha, a od 30 MW na 150 ha. S obzirom na potrebne površine za sunčane elektrane s određenom instaliranim snagom, može se očekivati da na području Primorsko-goranske županije, zbog izrazite reljefne raščlanjenosti, nije prikladno graditi sunčane elektrane snage veće od 10 MW (što je primjereno za nizinska područja).

Za sve otoke i izdvojena ruralna područja (brdski predjeli) koja nemaju dovoljno prostornih mogućnosti za smještaj sunčanih elektrana, preporuka je korištenje fotonaponskih sustava manjih snaga koji mogu biti priključeni na javnu mrežu preko kućne instalacije ili mogu biti potpuno samostalni. Fotonaponski sustavi priključeni na javnu mrežu s obzirom na instaliranu snagu dijele na one do 30 kW, od 30 kW do 100 kW i preko 100 kW. Ovi sustavi ugrađuju se na krovove i fasade građevina, a preporuka je da se što više ugrađuju na kose ili ravne površine stambenih građevina, proizvodnih hala, športskih dvorana, turističkih objekata, i parkirališnih površina. Dakle primjena ovih fotonaponskih sustava vršila bi se unutar građevinskih zona, za razliku od sunčanih elektrana koje treba smještati izvan građevinskih zona.



### 3. PRIPREMA BAZE PODATAKA

Na osnovu identifikacije razvojnih (kvalifikacijskih) i zaštitnih kriterija, određeni su podaci s kojima ih je moguće prikazati. Prikupljeni su svi potrebni prostorni podaci, karte, relevantna literatura, prostorno-planska dokumentacija, te razvojni planovi koji su bili potrebni za izradu studije. U modelima (privlačnosti i ranjivosti) su upotrijebljeni prostorni podaci koji su bili dostupni u vremenu izrade studije. Kao polazna točka su korišteni osnovni podaci o prostoru (topografske karte (M 1:100 000 i M 1:25 000), digitalni model visina, Sunčev zračenje, CORINE Land Cover Hrvatske, vodozaštitne zone, zaštićeni dijelovi prirode, nacionalna ekološka mreža, zaštićena kulturna baština, energetski sustav, prometnice hidrologija, naselja, pedološka karta, karta vlasničke strukture šumskog zemljišta, obalna linija) koji su bili dobiveni od strane naručitelja ili drugih mjerodavnih institucija (Hrvatske Vode, DZZP, Ministarstvo zaštite okoliša, Ministarstvo kulture, Agencija za zaštitu okoliša RH).

Nakon prikupljanja različitih tematskih kartografskih podataka pristupilo se pripremi za njihovu daljnju analizu u GIS-u, u obliku standardiziranih tematskih karata. Karta Sunčevog ozračenja (prema Matić, 2007a, 2007b) bila je u analognom obliku i za potrebe izrade ove studije je vektorizirana iz grafičkog priloga. Za izradu karte reljefa korišten je digitalni model visina (DMV) veličine piksela 20 x 20 m. Pedološka karta bila je dostupna u vektorskom obliku, ali u mjerilu 1:200 000, što je procijenjeno kao nedovoljna razina kartiranja za analizu ranjivosti, ali je nažalost bila jedini dostupan izvor informacija o tlu.

Svi prostorni podaci su u sljedećim radnim fazama interpretirani, vrednovani i ugrađeni u modele privlačnosti, ranjivosti i pogodnosti.



**Tablica 1.** Prilikom izrade modela dostupna je bila sljedeća baza podataka

Dostupne tematske karte	Izvedeni podaci
Karta Sunčevog zračenja	Ozračenost
DMR	Reljef
Karta korištenja zemljišta (CLC 2006)	<p>Način korištenja zemljišta (naselja, poljoprivredne površine, šume, itd..)</p> <p>Udaljenosti od: naselja i sportsko-rekreacijskih objekata, industrijskih ili poslovnih prostora,</p>
Karta prometnica	Udaljenosti od: autocesta, lokalnih, županijskih i državnih cesta
Karta vodozaštite	Vodozaštitne zone
Hidrološka karta	Udaljenosti od: povremenih tokova, potoka, rijeka i jezera
Pedološka karta	Bonitet tla
Karta strukture šumskog zemljišta	Državne i privatne šume
Karta prirodne baštine	Udaljenosti od: zaštićenih područja i područja predloženih za zaštitu
Nacionalna ekološka mreža	<p>Važna područja za divlje svojte i staništa, te ptice</p> <p>Udaljenosti od: važnih područja za divlje svojte i staništa</p>
Karta kulturne baštine	Udaljenosti od: registrirane i evidentirane kulturne baštine
Karta energetskog sustava (elektroprijenosni uređaji)	Udaljenosti od: dalekovoda, kabela, plinovoda, naftovoda i produktovoda
Karta energetskog sustava (transformatorska i rasklopna postrojenja)	Udaljenosti od: transformatorskih i rasklopnih postrojenja



## 4. MODEL PRIVLAČNOSTI PROSTORA ZA SMJEŠTAJ SUNČANIH ELEKTRANA

### 4.1. METODOLOGIJA

U modelu privlačnosti, koji uključuje razvojne kriterije definirane su prostorne karakteristike koje pogoduju smještaju sunčanih elektrana. Prema podacima o prostornoj privlačnosti i kriterijima za izbor lokacija sunčanih elektrana izradile su se matrice privlačnosti kako bi se izvršila klasifikacija područja – vrijednosna artikulacija. Vrednovali su se svi spomenuti elementi prema njihovoj privlačnosti za razmatranu djelatnost. Najviše ocijenjena područja u ovom modelu predstavljaju najprivlačnije lokacije za smještaj sunčanih elektrana.

Modelom privlačnosti istražio se prostor putem dvaju kriterija:

- izuzimajući kriteriji
- vrednujući kriteriji

Izuzimajućim (izlučnim) kriterijima odbacile su se sve površine koje ili imaju neku važniju namjenu određenu posebnim aktima, ili su zaštićena, ili pak zbog svoje strukture ni u kom slučaju ne mogu biti predmet razmatranja u okviru traženja pogodne lokacije za sunčane elektrane.

Nakon primjene izuzimajućih kriterija, napravljeno je vrednovanje prostora primjenom vrijednosnih matrica. Odabrani kriteriji privlačnosti su u prostoru vrijednosno ocijenjeni pomoću matrica (podmodela privlačnosti), a sve su matrice udružene u zajednički, završni model privlačnosti.

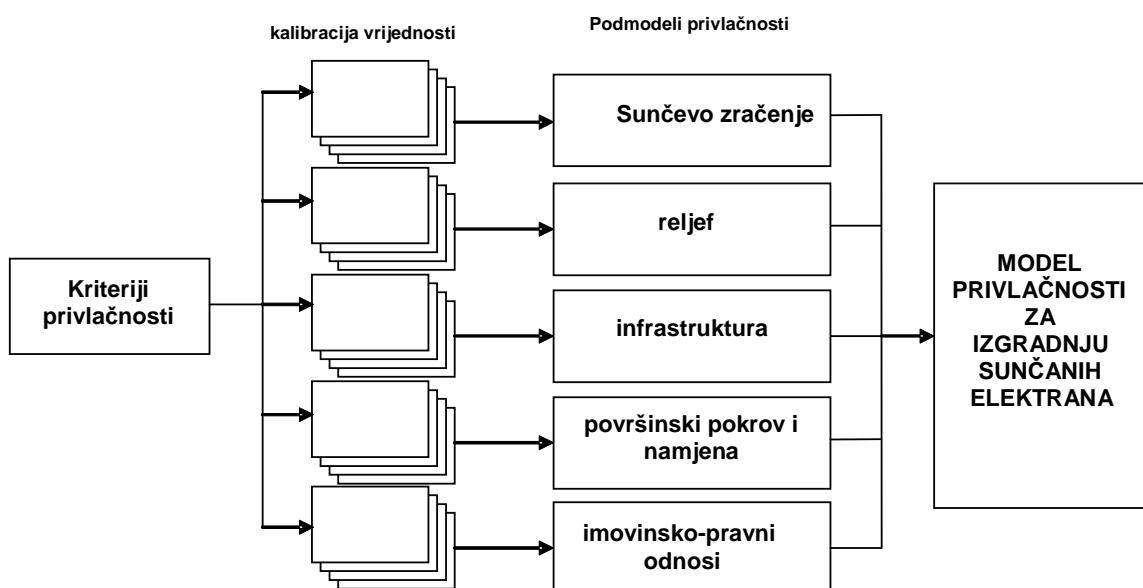
Matricama privlačnosti vrijednosno se opredjeljujemo prema prije određenim karakteristikama prostora privlačnih za smještaj sunčanih elektrana. Na primjer, pri vrednovanju udaljenosti od pojedinih kriterija za privlačnost, pojedini pojasи udaljenosti ocjenjuju se ocjenama 0-5, pri čemu je 0 apsolutno neprivlačno, a 5 vrlo privlačno, dok se, primjerice, podatak o površinskom pokrovu vrednuje reklassifikacijom površinskog pokrova u ocjene 0-5, ovisno o privlačnosti pojedinog tipa pokrova za smještaj sunčanih elektrana.

Dobivene matrice se zatim udružuju i ugrađuju u podmodele privlačnosti. Način udruživanja matrica ovisi o tipu korištenih podataka i logike podmodela. Može biti temeljen na aritmetičkom postupku - pomoću funkcija zbrajanja (SUM) ili množenja (PRODUCT) i ponovnom reklassifikacijom tako dobivenih vrijednosti u klase 0-5, preuzimanjem maksimalne ili minimalne vrijednosti iz matrica, ili ručnim ocjenjivanjem kod spajanja dvije matrice novom dvodimenzionalnom matricom. U primjeru podmodela privlačnosti za sunčane elektrane korištene su SUM i PRODUCT funkcije (kod umnožavanja s težinskim faktorom). Prilikom



korištenja aritmetičkih funkcija korišteni su težinski faktori. Težinski faktor je brojčana vrijednost koja izražava relativnu važnost svakog kriterija. Dodjeljivanjem težinskog faktora matrici sve vrijednosti se umnožavaju za vrijednost težinskog faktora, čime se povećava ili održava njihova ocjena u dalnjem postupku udruživanja. Težinski faktori izraženi su kao decimalni postoci (odnosno broj između 0 i 1).

Konačan rezultat udruživanja u model privlačnosti je vrijednosna karta s ocijenjenim prostorima ukupne privlačnosti u matrici skale ocjena od 0-5. Pritom područja ocijenjena visokim ocjenama znače i veću privlačnost toga prostora za smještaj sunčanih elektrana.



**Slika 27.** Priprema matrica privlačnosti i povezivanje podmodela u model privlačnosti

Za vrednovanje prostora modelom privlačnosti odabrana je veličina homogene prostorne jedinice (piksela) veličine 1 ha (100 x 100 m).



## 4.2. MODEL PRIVLAČNOSTI – IZUZIMAJUĆI KRITERIJI

Primjenom izuzimajućih kriterija u prvoj je fazi izbora, vrednovan cijelokupan prostor Primorsko-goranske županije te su odbačena sva ona područja koja nisu ni u kom pogledu prihvatljiva za izgradnju sunčanih elektrana.

Riječ je o reljefnim formama koje zbog nepovoljnog nagiba (grebeni i vrhovi), te velike zasjene i male raspoložive površine (kanjoni) nikako ne mogu biti privlačna područja za izgradnju sunčanih postrojenja.

Tu spadaju i prostori posebne namjene pod kojima podrazumijevamo pojedina područja za koja je propisan poseban režim korištenja i zaštite. Radi se o državnoj granici i prostoru uz nju u zoni od 1 km koji se odbacuje zbog eventualnih prekograničnih utjecaja, te obalnom pojasu (pojas 100 m) na kojem vrijedi područje zabrane gradnje iz Prostornog plana PGŽ (SN 14/00, obalno područje iz točke 9. Plana prostornog uređenja (Knjiga 2)).

Zakonom zaštićena područja prirode (Nacionalni park, Park prirode, Park šuma, Posebni rezervat, Strogi rezervat i Značajni krajobraz) i Zakonom registrirana područja kulturne baštine (Arheološka zona i/ili spomenik, Etno zona i/ili spomenik, Gradska naselja, Seoska naselja, Memorijalno područje, Povjesna građevina), također su odbačena kao visokovrijedna prirodna i kulturna područja koja kao takva očito da nisu pogodna / privlačna za izgradnju elektrana.

Kao neprivlačna područja označena su i područja zaštite izvorišta pitke vode. Riječ je o I zoni zaštite (IA i IB) u kojoj su zabranjene sve aktivnosti osim onih koje su vezane za eksploataciju, pročišćavanje i transport vode u vodoopskrbni sustav (Pravilnik o utvrđivanju zona sanitarnе zaštite izvorišta, NN 55/02). Odbačena su i sva izgrađena područja, infrastrukturne površine (energetske i prometne), te područja pod vodom.

**Tablica 2.** Izuzimajući kriteriji za odabir lokacija sunčanih elektrana u PGŽ-i

Grupa	Kriteriji
Reljef / geomorfologija	Grebeni i vrhovi kanjoni
Prostori posebne namjene	Morska obala (pojas 100 m) Državna granica (pojas 1 km)
Zaštita prirodne baštine	Zakonom zaštićena područja
Zaštita kulturne baštine	Registrirana područja
Vodozaštita	I. zona zaštite (IA i IB)
Hidrologija	Rijeke Potoci Jaruge, povremeni tokovi



	Jezera
Izgrađena područja	Naseljena područja
	Aerodromi s pripadajućim zemljištem
	Rudokopi
	Sportski i rekreacijski objekti
Energetska infrastruktura	Dalekovodi
	Plinovodi
	Naftovodi
	Produktovodi
	Dalekovodi i kabeli
	Trafostanice
	Rasklopna postrojenja
Promet	Lokalne ceste
	Zupanijske ceste
	Državne ceste
	Autoceste

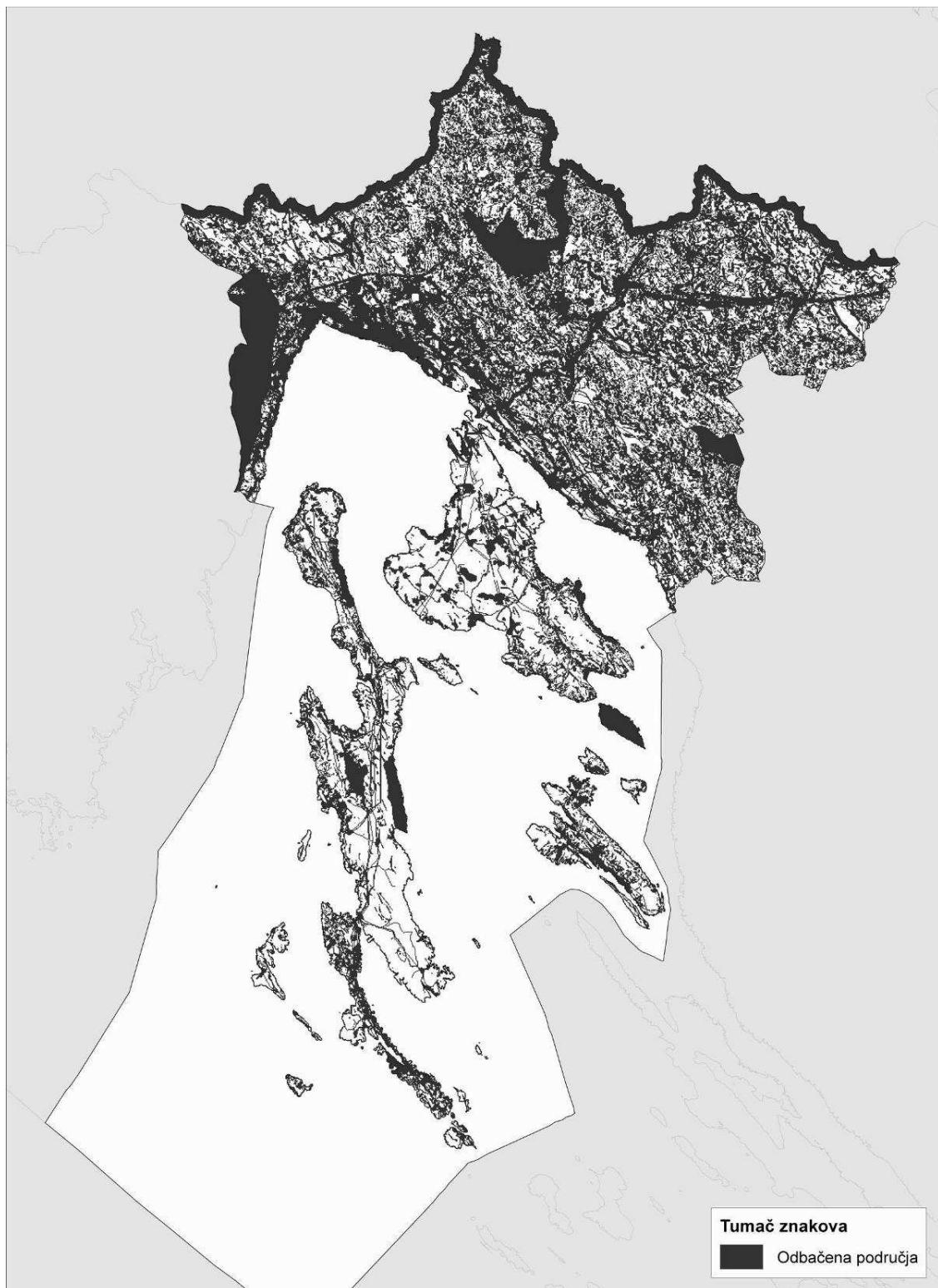
#### 4.2.1. Rezultat primjene izuzimajućih kriterija

Kao rezultat primjene izuzimajućih kriterija dobila se karta izuzetih područja. Iz Tablice 3. je vidljivo da je od ukupne površine obuhvata, 61% područja izuzeto jer se smatra neprihvativim za izgradnju sunčanih elektrana ( Slika 28.).

**Tablica 3.** Raspodjela zauzeća površine kod modela privlačnosti s izuzimajućim kriterijima

Ocjene privlačnosti	Broj piksela	% od ukupne površine
0 – izuzeta područja	222839	61
1 – potencijalno privlačan prostor	143460	39
<i>Ukupna površina obuhvata: 366299 piksela</i>		





**Slika 28.** Karta izuzetih područja.



## 4.3. MODEL PRIVLAČNOSTI – VREDNUJUĆI KRITERIJI

U ovom poglavlju detaljno su opisani svi kriteriji privlačnosti koji su potom vrijednosno ocijenjeni pomoću matrica (podmodela) privlačnosti. Sve su matrice na kraju udružene u zajednički, završni model privlačnosti.

### 4.3.1. Model privlačnosti prostora – koncept

Osnovni kriteriji definirani za konceptualizaciju privlačnosti prostora za izgradnju sunčanih elektrana bili su:

#### 4.3.1.1. Potencijal Sunčevog zračenja

Potencijal Sunčevog zračenja jedan je od najvažnijih kriterija kojem je zbog njegove važnosti pridijeljen težinski faktor 1. Što je količina Sunčevog zračenja veća to je prostor privlačniji za izgradnju sunčane elektrane. Podaci o Sunčevu zračenju koji su korišteni prilikom ocjenjivanja su Srednja godišnja ozračenost vodoravne plohe ukupnim Sunčevim zračenjem ( $MWh/m^2$ ) za područje Primorsko-goranske županije (Matić 2007a i 2007b). Može se procijeniti da podaci o Sunčevu zračenju iz navedenog izvornika ne zadovoljavaju zadalu svrhu (procjena mogućnosti korištenja prostora za izgradnju sunčanih elektara na županijskoj razini). Ovo je pitanje pobliže razmotreno u poglavlju 9.

#### 4.3.1.2. Reljef (teren za gradnju)

Reljef sa svojim reljefnim oblicima i nagibima, uz Sunčevu zračenje, predstavlja najvažniji kriterij kojem je također pridijeljen težinski faktor 1. Ravan do blago brežuljkast teren je nužan za smještaj sunčanih elektrana, jer je u pravilu riječ o zauzeću većih površina (od oko 2,5 ha na više). Odabriom što ravnijeg terena za izgradnju smanjuju se troškovi izgradnje i omogućava optimalna orientacija i nagib fotonaponskih panela. Karta reljefa izrađena je uz pomoć digitalnog modela visina (DMV) veličine piksela 20 x 20 m.

#### 4.3.1.3. Postojeća namjena prostora

Sunčane elektrane se u pravilu grade izvan građevinskog zemljišta, a tip korištenja zemljišta izravno utječe na troškove izgradnje. Ukoliko se radi o vrijednom poljoprivrednom zemljištu ili gospodarski vrijednom šumskom zemljištu može se znatno povećati cijena projekta, iako vrijednost zemljišta rijetko kad čini projekt neizvodivim. Tome treba pridodati i dodatne troškove u pripremnim radovima koji bi nastali zbog uklanjanja površinskog pokrova (područja pod gustim šumskim sklopom), dok bi kod izgradnje na postojećim pašnjacima ili travnjacima takav trošak bio minimalan. Tipovi korištenja zemljišta preuzeti su iz podloge „CORINE



Landcover 2006“ (CLC) za RH, prema podacima Agencije za zaštitu okoliša RH. Bitno je napomenuti da je ta podloga nastala vizualnom interpretacijom satelitskih snimaka u kojoj je najmanja kartirana površina iznosila 25 ha, a najmanja širina kartiranja 100 m. Idealno bi bilo da je za potrebe izrade ove studije korištena detaljnija karta korištenja zemljišta po mogućnosti nastala interpretacijom aerofotogrametrijskih snimaka (ortofoto), no takva podloga na žalost nije bila na raspolaganju. Zbog velike površine najmanje jedinice kartiranja (25 ha) veliki broj privlačnih tipova korištenja zemljišta vjerojatno nije kartiran.

Ovaj kriterij sudjeluje u vrednovanju s težinskim faktorom 0,6.

#### **4.3.1.4. Imovinsko-pravni odnosi**

Imovinsko-pravni odnosi izravno utječe na cijenu projekta izgradnje sunčane elektrane koja će biti manja izgradnjom elektrane na državnom zemljištu. Jedini dostupni podaci koje smo imali i uvrstili u vrednovanje su podaci o vlasničkoj strukturi šumskog zemljišta (državne i privatne šume). Treba napomenuti da ako nešto ulazi u kategoriju šumskog zemljišta ne mora nužno biti obrasio u šumsku vegetaciju. Tako pod državne šume ulaze brojne ogoljeli površine, područja pod oskudnom i sklerofilnom vegetacijom (velik dio ogoljenih površina otoka Krka i Raba).

Težinski faktor ovog kriterija je 0,3 budući da on samo troškovno (u većoj ili manjoj mjeri) utječe na eventualnu izgradnju sunčanih elektrana.

#### **4.3.1.5. Udaljenost od površinskih voda**

Zbog mogućnosti pojave poplavnih voda, sunčane elektrane poželjno je smjestiti na zemljišta što udaljenija od površinskih voda. Posebno su neprivlačna područja u blizini većih rijeka i jezera. Ovaj kriterij sudjeluje u vrednovanju s težinskim faktorom 0,4.

#### **4.3.1.6. Udaljenost od postojeće cestovne infrastrukture**

Ovaj kriterij je važan s stajališta procjene dostupnosti energetskog objekta i dana mu je težina 0,5. Sunčane elektrane poželjno je smjestiti što bliže postojećoj cestovnoj infrastrukturi što bi se u konačnici odrazilo u smanjenju troškova izgradnje (ne treba se raditi poseban pristupni put ili će doći do izgradnje kraćeg pristupnog puta).

#### **4.3.1.7. Udaljenost od postojećih industrijskih i poslovnih prostora**

Sunčane elektrane poželjno je smjestiti uz ili u blizini industrijskih i poslovnih prostora. Njihova blizina zbog svoje riješene infrastrukture (cestovne i energetske) uvelike može smanjiti troškove izgradnje. Čak je poželjno sunčane elektrane manjih dimenzija planirati i unutar



industrijskih ili poslovnih prostora. Podaci o postojećim Industrijskim i poslovnim prostorima izvučeni su iz karte tipova korištenja zemljišta („CORINE Landcover 2006“ (CLC)). U obzir nisu uzete Prostornim planom planirane industrijske i poslovne zone. Budući da ovaj kriterij nije od presudne važnosti za realizaciju projekta, njegova doprinos definiran je težinskim faktorom 0,2.

#### 4.3.1.8. Udaljenost od postojeće energetske infrastrukture - plinovoda, naftovoda i produktovoda

Ovo je jedan od najmanje bitnih kriterija, koji nije od presudne važnosti za realizaciju projekta, pa njegova ocjena sudjeluje u analizi s težinskim faktorom 0,1. Iz podataka o energetskoj mreži izvučeni su podaci o plinovodima, naftovodima i produktovodima zbog Zakonskom regulativom (SI.I.SFRJ 26/85) propisane udaljenosti na kojoj je dopuštena gradnja od tih objekata.

#### 4.3.1.9. Udaljenost od postojeće energetske infrastrukture - dalekovoda

Blizina postojeće energetske infrastrukture može smanjiti troškove izgradnje sunčane elektrane. Iz podataka o energetskoj mreži izvučeni su samo podaci o srednjenačenskoj mreži (10kV-35kV) na koju bi se moglo priključiti sunčane elektrane snage od 0,5 – 10 MW. Mogućnost priključka u velikoj je mjeri tehničko pitanje koje ovisi o nepredvidivim (raspoloživost elemenata mreže i sl.), ali i predvidivim čimbenicima (topologija mreže, presjeci vodova i sl.). Koliki će biti stvarni troškovi priključka ovisi o nizu specifičnih okolnosti kao što je konfiguracija priključka, specifičnost lokalne mreže, potrebni zahvati u mreži, zakonske pristojbe i naknade za priključak i dr. Težinski faktor ovog kriterija je 0,7.

#### 4.3.1.10. Udaljenost od postojeće energetske infrastrukture – trafostanica i rasklopnih postrojenja

Blizina transformatorskih postrojenja bitna je zbog priključka na energetsku mrežu. Njena blizina ima veću važnost od blizine dalekovoda, jer omogućuje direktni priključak na mrežu i u konačnici manji trošak u ukupnoj investiciji, pa joj je zbog toga i dan veći težinski faktor koji iznosi 0,9.



## 4.4. MATRICE PRIVLAČNOSTI PROSTORA

### 4.4.1. Podmodel I

#### Kriterij 1. – Potencijal Sunčevog zračenja

Što je količina Sunčevog zračenja veća to je prostor privlačniji za izgradnju sunčane elektrane. Najveću ocjenu su do bile vrijednosti Sunčevog zračenja preko  $1,40 \text{ kWh/m}^2$ , a najmanju ispod  $1,25 \text{ kWh/m}^2$ . Najveći potencijal Sunčevog zračenja tako imaju otoci u okviru Županije (osim sjevernog dijela otoka Cresa, te gotovo cijelog otoka Krka bez južnog dijela otoka), a najmanji sjeverni i središnji dijelovi Gorskog kotara.

**Tablica 4.** Matrica privlačnosti za kriterij potencijala Sunčevog zračenja

KRITERIJ PRIVLAČNOSTI	TEMATSKA KARTA	PROSTORNI PODATAK	OCJENA	TEŽINSKI FAKTOR
POTENCIJAL SUNČEVOG ZRAČENJA	Srednja godišnja ozračenost vodoravne plohe ukupnim Sunčevim zračenjem	> $1,45 \text{ kWh/m}^2$ $1,40 - 1,45$ $1,35 - 1,40$ $1,30 - 1,35$ $1,25 - 1,30$ $1,20 - 1,25$ $< 1,20$	5 5 4 3 2 1 1	1

### 4.4.2. Podmodel II

#### Kriterij 2. – Reljef (teren za gradnju)

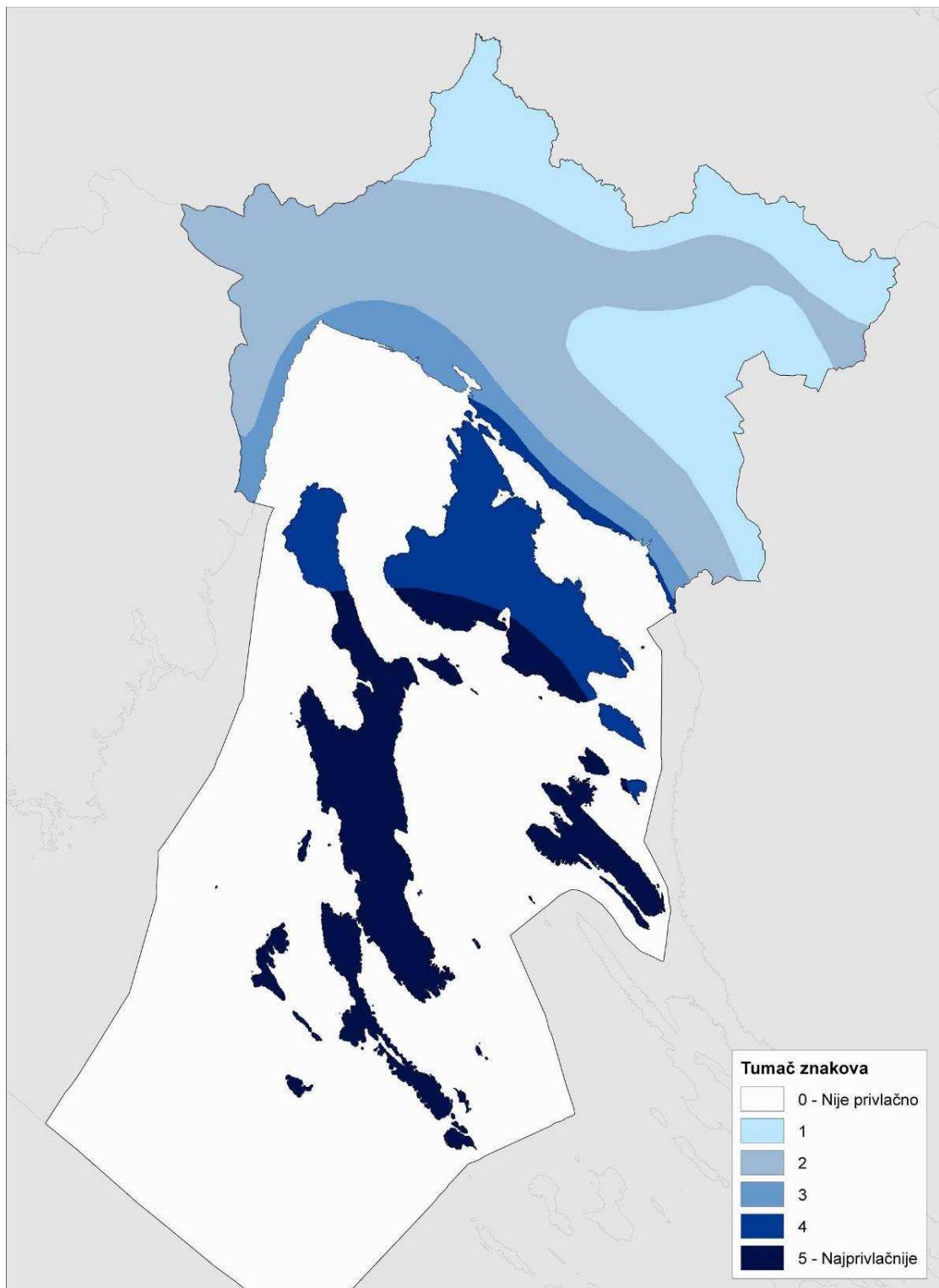
Ravan do blago brežuljkast teren je nužan za smještaj sunčanih elektrana, tako da su ravnice (nagiba do  $5^\circ$ ) do bile najveću ocjenu. Padine (riječ je o velikim padinskim površinama) su ocijenjene ocjenom 2, jer zbog svoga nagiba (kreće se u rasponu od  $5^\circ$  do  $30^\circ$ ), unatoč često povoljnoj južnoj orientaciji, nisu najprivlačnije za smještaj sunčanih elektrana. Grebeni, vrhovi, kanjoni (veoma zasjenjeni prostori) i duboki urezani potoci su također prikazani u ovoj matrici kao potpuno neprivlačni tereni za izgradnju sunčanih elektrana. Najprivlačniji tereni za gradnju najzastupljeniji su na otocima Cresu i Krku.



**Tablica 5.** Matrica privlačnosti za kriterij povoljnosti terena za izgradnju

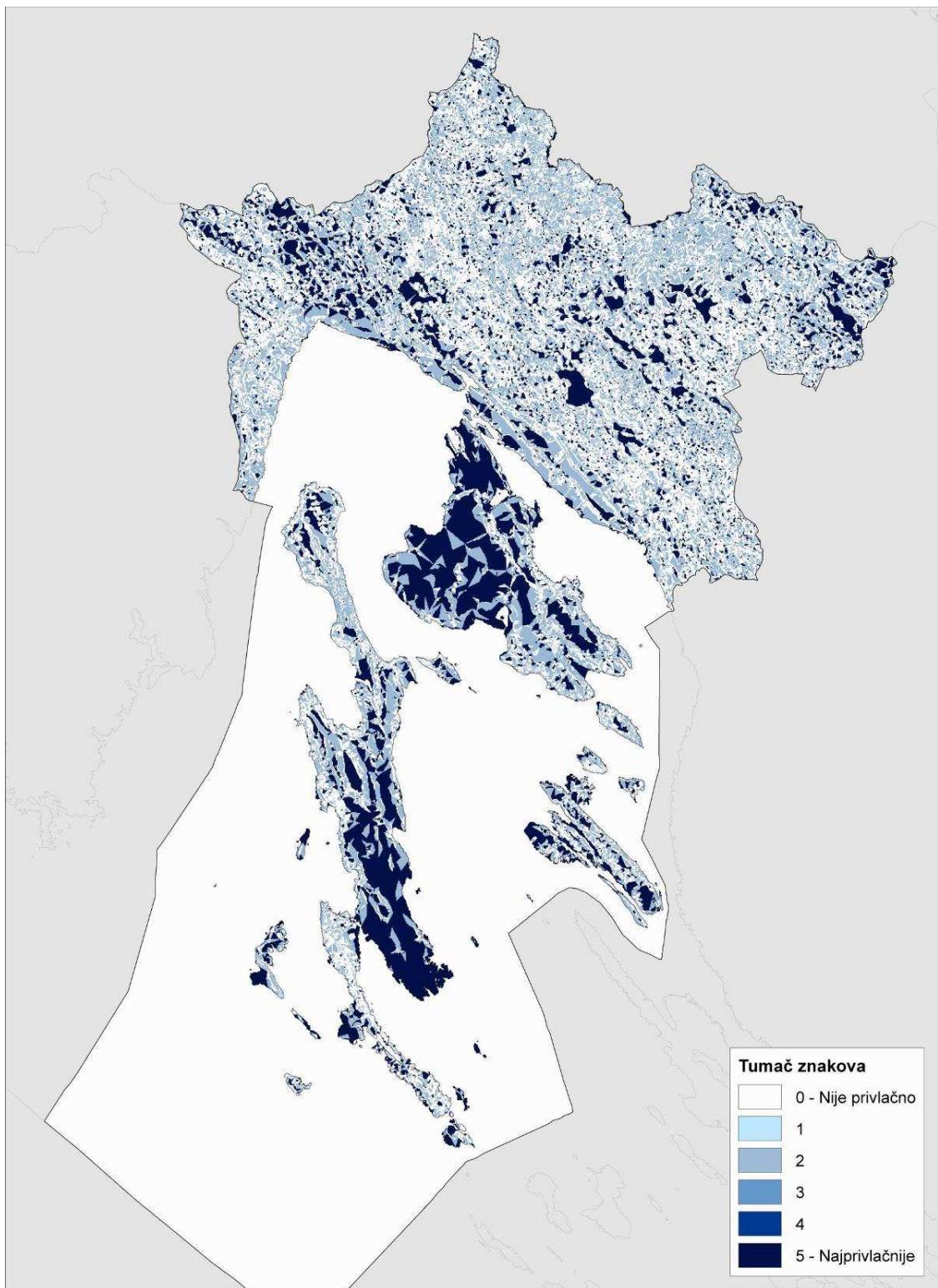
KRITERIJ PRIVLAČNOSTI	TEMATSKA KARTA	PROSTORNI PODATAK	OCJENA	TEŽINSKI FAKTOR
POVOLJAN TEREN ZA GRADNJU	Reljef	Grebeni, vrhovi	0	1
		Kanjoni, duboko urezani potoci	0	
		padine	2	
		ravnice	5	





Slika 29. Karta potencijala Sunčevog zračenja





**Slika 30.** Karta povoljnosti terena za gradnju.



#### 4.4.3. Podmodel III

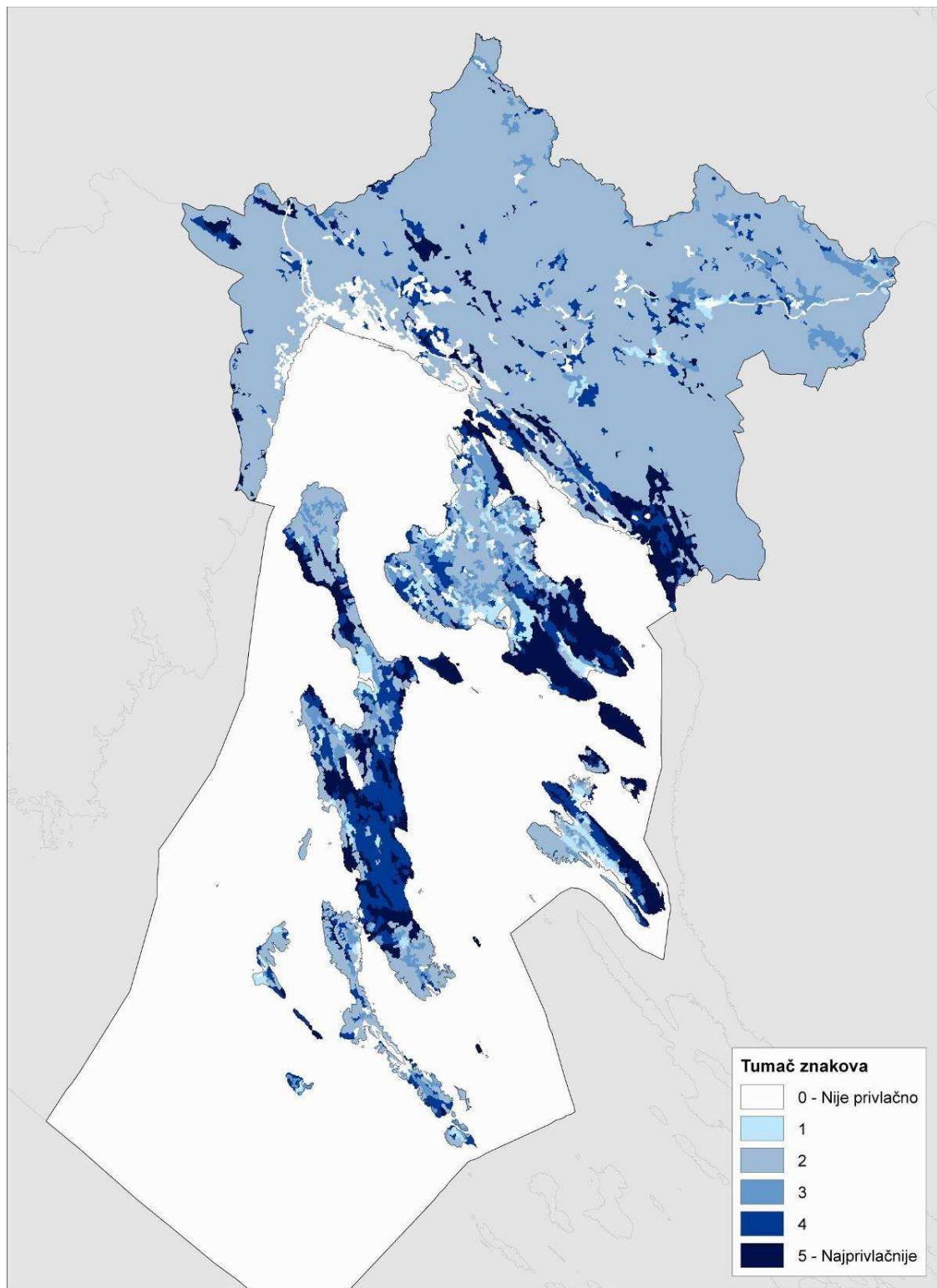
##### Kriterij 3. – Postojeća namjena prostora

Sunčane elektrane se u pravilu grade izvan građevinskog zemljišta, na površinama bez visoke vegetacije. Najveću ocjenu su tako dobile površine pod prirodnim travnjacima, sklerofilnom vegetacijom, oskudnom vegetacijom i ogoljele površine, a najmanju poljoprivredne površine (vinogradi, maslinici, navodnjavane poljoprivredne površine, mozaik različitih načina poljoprivrednog korištenja). Jedino su poljoprivredne površine sa značajnim udjelom prirodne vegetacije (zапуštene poljoprivredne površine, vjerojatno udaljene od naselja) dobile ocjenu 3. Površine pod šumama ocjenjene su ocjenom 2, dok su površine pod grmolikom vegetacijom i sukcesijom šume (makija i šikara) zbog male gospodarske vrijednosti dobile ocjenu 4. Sva naseljena područja, aerodromi, rudokopi, sportski i rekreacijski objekti, plaže, vode stajaće i močvare predstavljaju potpuno neprivlačne površine za izgradnju sunčanih elektrana.

**Tablica 6.** Matrica privlačnosti za kriterij povoljne postojeće namjene prostora

KRITERIJ PRIVLAČNOSTI	TEMATSKA KARTA	PROSTORNI PODATAK	OCJENA	TEZINSKI FAKTOR
NEIZGRAĐENA ZEMLJIŠTA BEZ VISOKE VEGETACIJE	Korištenje zemljišta	Naseljena područja	0	0,6
		Aerodromi s pripadajućim zemljištem	0	
		Rudokopi	0	
		Sportski i rekreacijski objekti	0	
		Navodnjavane poljoprivredne površine	1	
		Vinogradi	1	
		Maslinici	1	
		Pašnjaci	4	
		Mozaik različitih načina poljoprivrednog korištenja	1	
		Poljoprivredne površine sa značajnim udjelom prirodne vegetacije	3	
		Bjelogorična šuma	2	
		Crnogorična šuma	2	
		Mješovita šuma	2	
		Prirodni travnjaci	5	
		Grmolika vegetacija (kontinentalna)	4	
		Sukcesija šume	4	
		Sklerofilna vegetacija	5	
		Plaže, dine, pijesci	0	
		Ogoljele površine	5	
		Područja s oskudnom vegetacijom	5	
		Vode stajaće	0	
		Kopnene močvare	0	





Slika 31. Karta povoljnosti postojeće namjene prostora.



#### 4.4.4. Podmodel IV

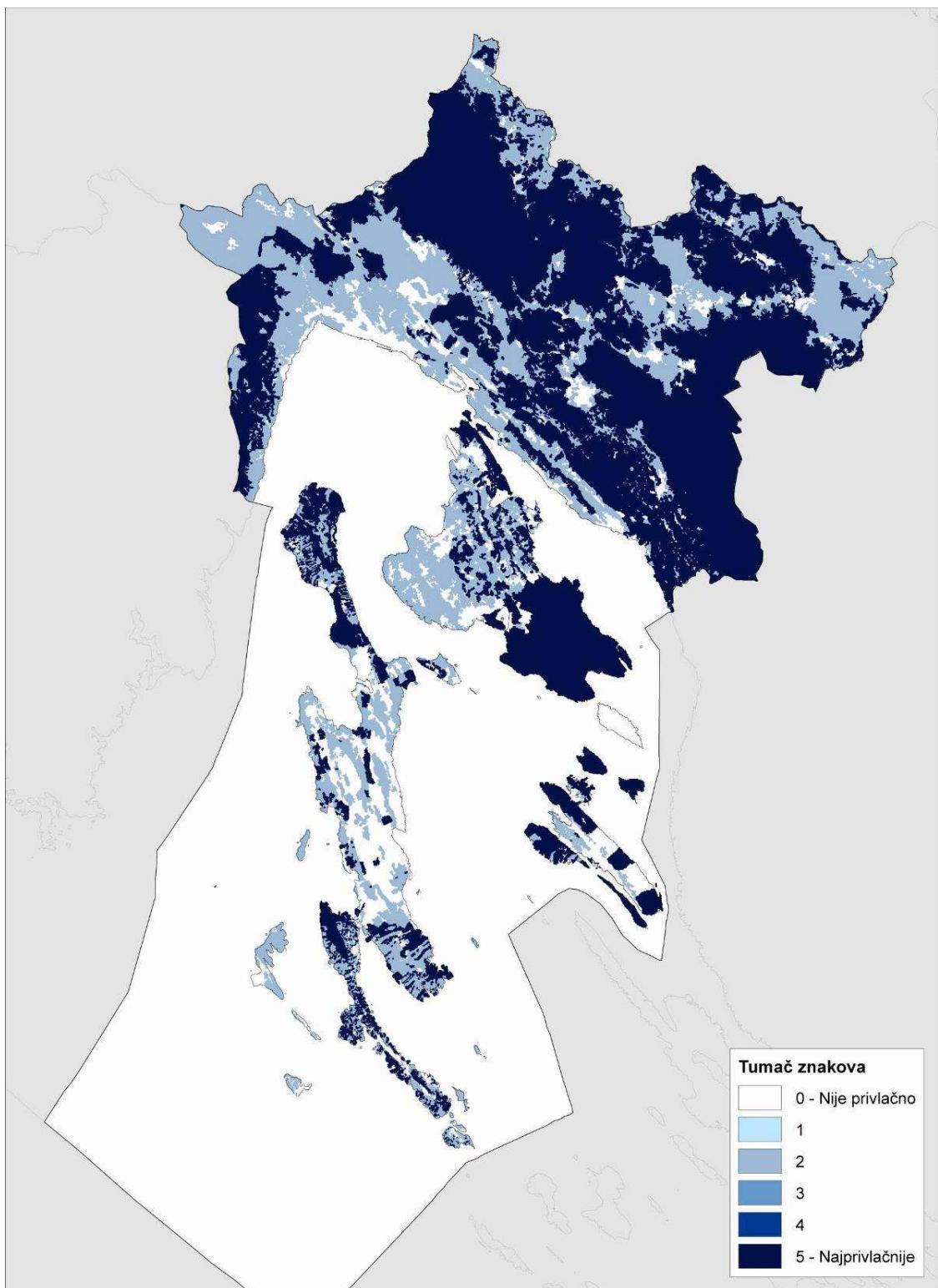
##### Kriterij 4. – Imovinsko-pravni odnosi

Ispлативije je vršiti izgradnju sunčanih elektrana na državnom zemljištu pa su iz toga razloga državne šume ocjenjene najvećom ocjenom 5, dok su privatne šume dobine tek ocjenu 2. Potrebno je napomenuti da se unutar državnih šuma osim šumskih površina nalaze i brojne ogoljele površine, te površine pod oskudnom i sklerofilnom vegetacijom. Najviše državnog zemljišta nalazi se u Gorkom kotaru, ali ga ima i na gotovo polovici površina otoka Krka, Raba i Lošinja.

**Tablica 7.** Matrica privlačnosti za kriterij imovinsko-pravnih odnosa

KRITERIJ PRIVLAČNOSTI	TEMATSKA KARTA	PROSTORNI PODATAK	OCJENA	TEŽINSKI FAKTOR
IMOVINSKO-PRAVNI ODNOSI	Vlasnička struktura šumskog zemljišta	Državne šume	5	0,3
		Privatne šume	2	





**Slika 32.** Karta povoljnosti imovinsko-pravnih odnosa.



#### 4.4.5. Podmodel V

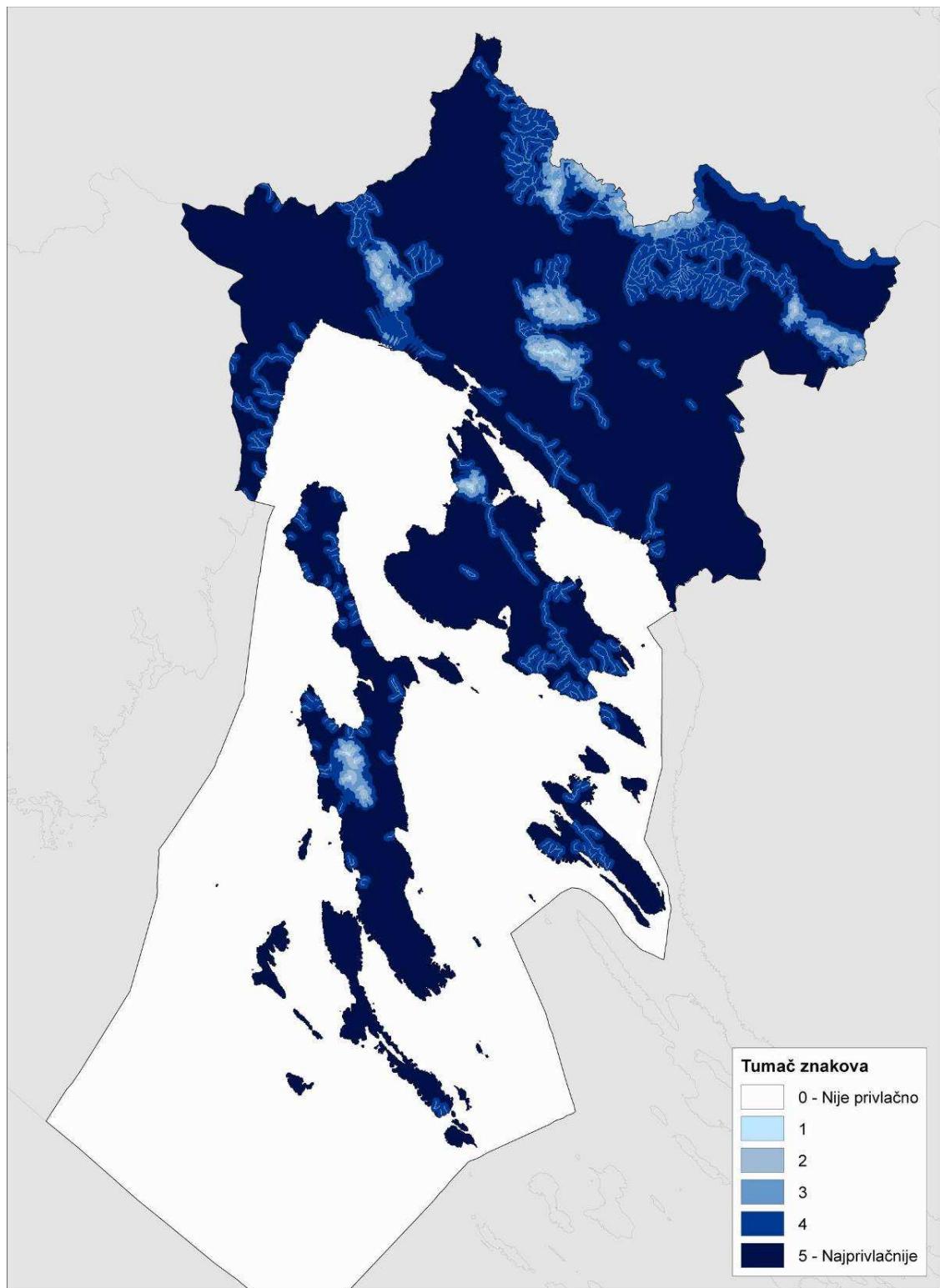
##### Kriterij 5. – Udaljenost od površinskih voda

Zbog mogućnosti pojave poplavnih voda, sunčane elektrane poželjno je smjestiti na zemljišta što udaljenija od površinskih voda. Sve vodene površine se odbacuju kao potpuno neprivlačne za izgradnju sunčanih elektrana dok s porastom udaljenosti od vodenih površina privlačnost raste.

**Tablica 8. Matrica privlačnosti za kriterij udaljenosti od površinskih voda**

KRITERIJ PRIVLAČNOSTI	TEMATSKA KARTA	PROSTORNI PODATAK	OCJENA	TEŽINSKI FAKTOR
UDALJENOST OD POVRŠINSKIH VODA	Površinske vode	rijeka, jezero		
		0-100 m	0	
		100-500 m	1	
		500-1000 m	2	
		1000 - 1500 m	3	
		1500 - 2000 m	4	
		> 2000 m	5	0,4
		povremeni tok, potok		
		0-100 m	0	
		100-300 m	1	
		300-500 m	2	
		500 - 1000 m	3	
		1000 -1500 m	4	0,4
		> 1500 m	5	





Slika 33. Karta udaljenosti od površinskih voda



#### 4.4.6. Podmodel VI

##### Kriterij 6. – Udaljenost od postojeće cestovne infrastrukture

Sunčane elektrane poželjno je smjestiti što bliže postojećoj cestovnoj infrastrukturi (državne, županijske i lokalne ceste). Dakle s porastom udaljenosti od cestovne infrastrukture privlačnost se smanjuje, odnosno ocjene su sve niže.

**Tablica 9.** Matrica privlačnosti za kriterij udaljenosti od postojeće cestovne infrastrukture

KRITERIJ PRIVLAČNOSTI	TEMATSKA KARTA	PROSTORNI PODATAK	OCJENA	TEŽINSKI FAKTOR
PROMETNA POVEZANOST	Prometna infrastruktura	Državne, županijske i lokalne ceste		
		0-100	0	
		100-500 m	5	
		500-1000 m	4	
		1000-1500 m	3	
		1500 - 2000 m	2	
		> 2000 m	1	0,5

#### 4.4.7. Podmodel VII

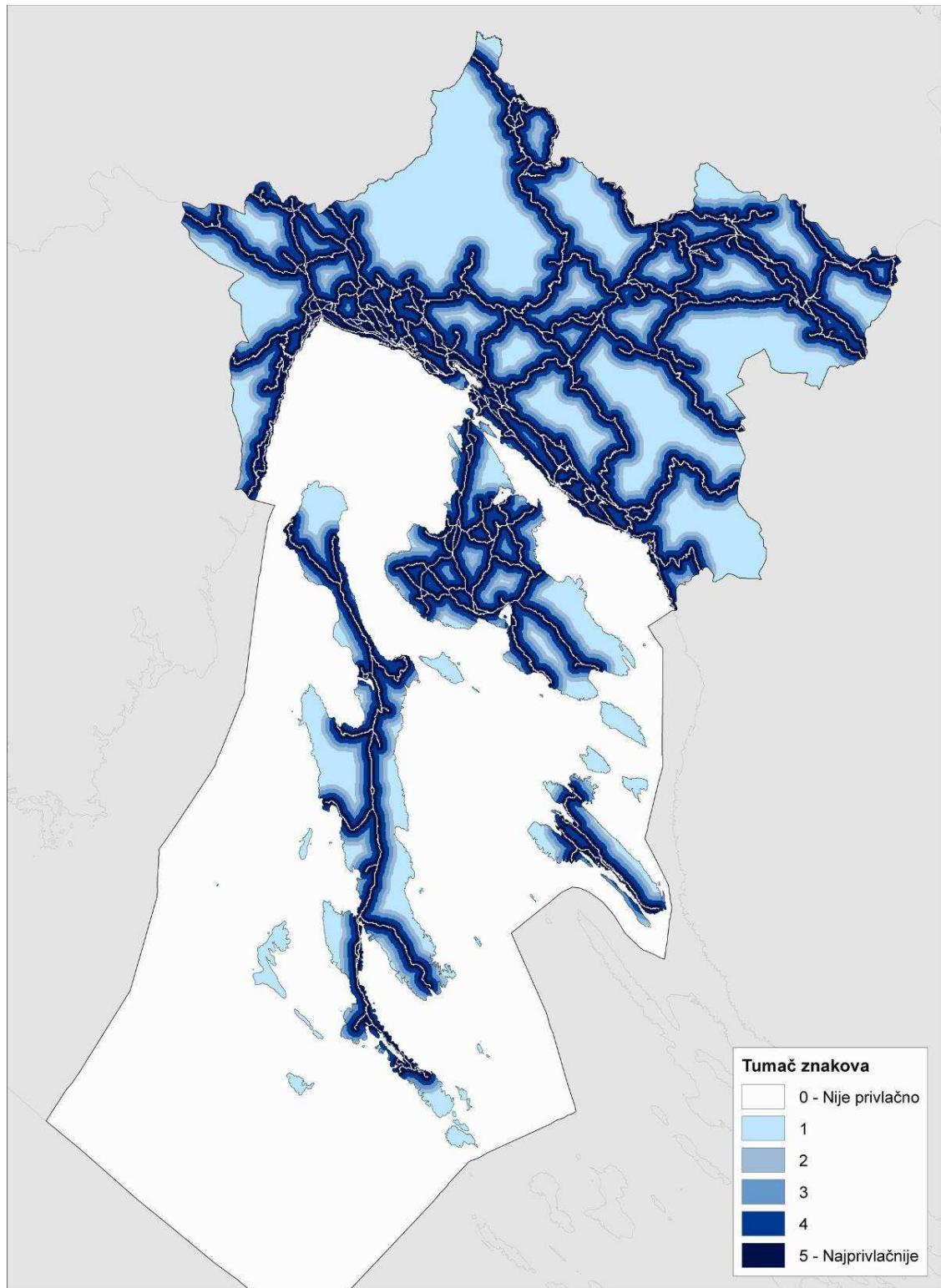
##### Kriterij 7. – Udaljenost od postojećih industrijskih i poslovnih prostora

Sunčane elektrane poželjno je smjestiti uz ili u blizini industrijskih i poslovnih prostora. Čak je poželjno elektrane manjih dimenzija planirati i unutar industrijskih i poslovnih prostora zbog čega su ti prostori i prostor do 200 m uz njih ocjenjeni ocjenom 5. Dalje s porastom udaljenosti privlačnost se smanjuje.

**Tablica 10.** Matrica privlačnosti za kriterij udaljenosti od postojećih industrijskih i poslovnih prostora

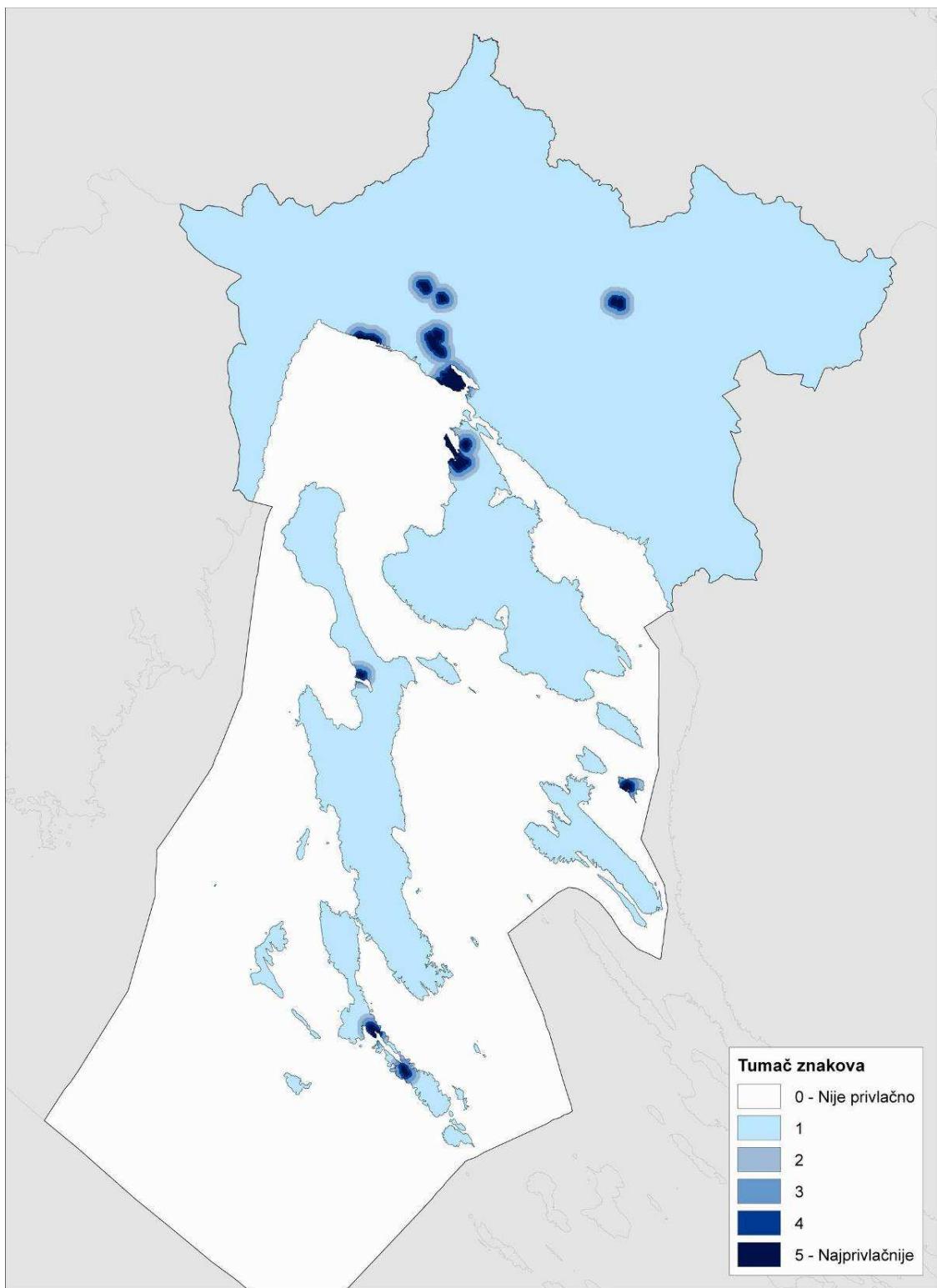
KRITERIJ PRIVLAČNOSTI	TEMATSKA KARTA	PROSTORNI PODATAK	OCJENA	TEŽINSKI FAKTOR
UDALJENOST OD INDUSTRIJSKIH I POSLOVNICH PROSTORA	Industrijski i poslovni prostori	Industrijski ili poslovni prostori		
		0-200 m	5	
		200-500 m	4	
		500-1000 m	3	
		1000-1500 m	2	
		> 1500 m	1	
				0,2





Slika 34. Karta udaljenosti od postojeće cestovne infrastrukture





Slika 35. Karta udaljenosti od postojećih industrijskih i poslovnih prostora



#### 4.4.8. Podmodel VII

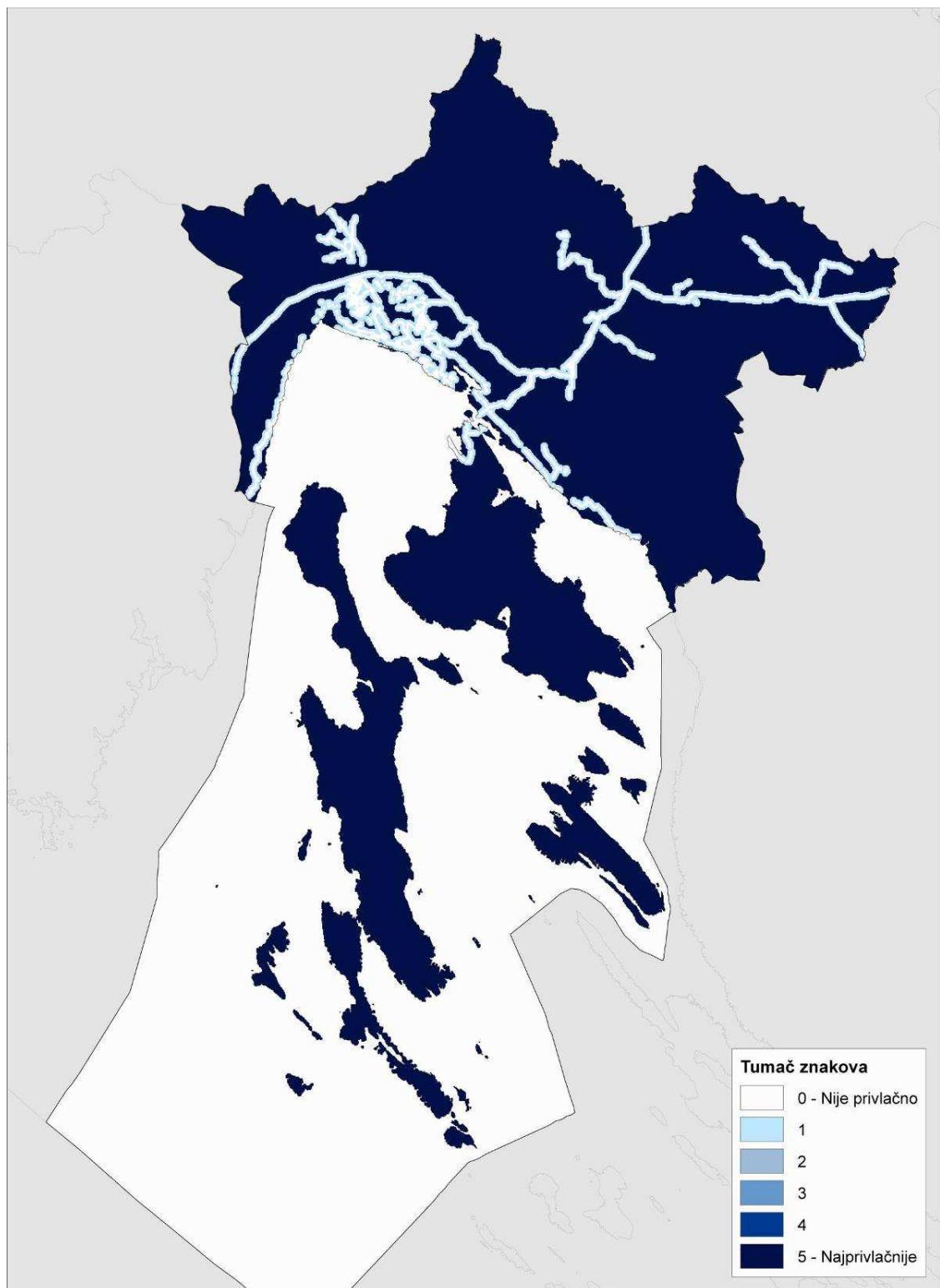
##### Kriterij 8. – Udaljenost od postojeće energetske infrastrukture - plinovoda, naftovoda i produktovoda

Zakonskom regulativom (SI.I.SFRJ 26/85) propisano je da je zaštitni pojas naftovoda, plinovoda i produktovoda prostor širok po 200 m sa svake strane cjevovoda. Tako se prostor u tom koridoru odbacuje kao potpuno neprivlačan. Uzet je još jedan preventivni zaštitni pojas do udaljenosti od 500 m kojem je dana niska ocjena 1. Sav ostali prostor je u potpunosti privlačan za izgradnju sunčanih elektrana.

**Tablica 11.** Matrica privlačnosti za kriterij udaljenosti od postojeće energetske infrastrukture - plinovoda, naftovoda i produktovoda

KRITERIJ PRIVLAČNOSTI	TEMATSKA KARTA	PROSTORNI PODATAK	OCJENA	TEŽINSKI FAKTOR
UDALJENOST OD ENERGETSKE INFRASTRUKTURE	Energetska mreža	Plinovod, naftovod, produktovod	0	
		0-200 m	0	
		200-500 m	1	0,1
		> 500 m	5	





Slika 36. Karta udaljenosti od postojeće energetske infrastrukture - plinovoda, naftovoda i produktovoda



#### 4.4.9. Podmodel VIII

##### **Kriterij 9 – Udaljenost od postojeće energetske infrastrukture - dalekovoda**

Isplativije je vršiti izgradnju sunčanih elektrana što bliže postojećoj energetskoj infrastrukturi, odnosno što bliže dalekovodima iz srednjenačinske mreže (10kV-35kV) na koje bi se moglo priključiti sunčane elektrane snage od 0,5 – 10 MW. Dakle, s porastom udaljenosti od dalekovoda privlačnost prostora za izgradnju sunčanih elektrana se smanjuje, odnosno ocjene su sve niže.

**Tablica 12. Matrica privlačnosti za kriterij udaljenosti od postojeće energetske infrastrukture - dalekovoda**

KRITERIJ PRIVLAČNOSTI	TEMATSKA KARTA	PROSTORNI PODATAK	OCJENA	TEŽINSKI FAKTOR
UDALJENOST OD ENERGETSKE INFRASTRUKTURE	Energetska mreža	SN srednjenačinska mreža (10 - 35 kV)		
		0-100	0	
		100-500 m	5	
		500-1000 m	4	
		1000-1500 m	3	0,7
		1500 - 2000 m	2	
		> 2000 m	1	



#### 4.4.10. Podmodel IX

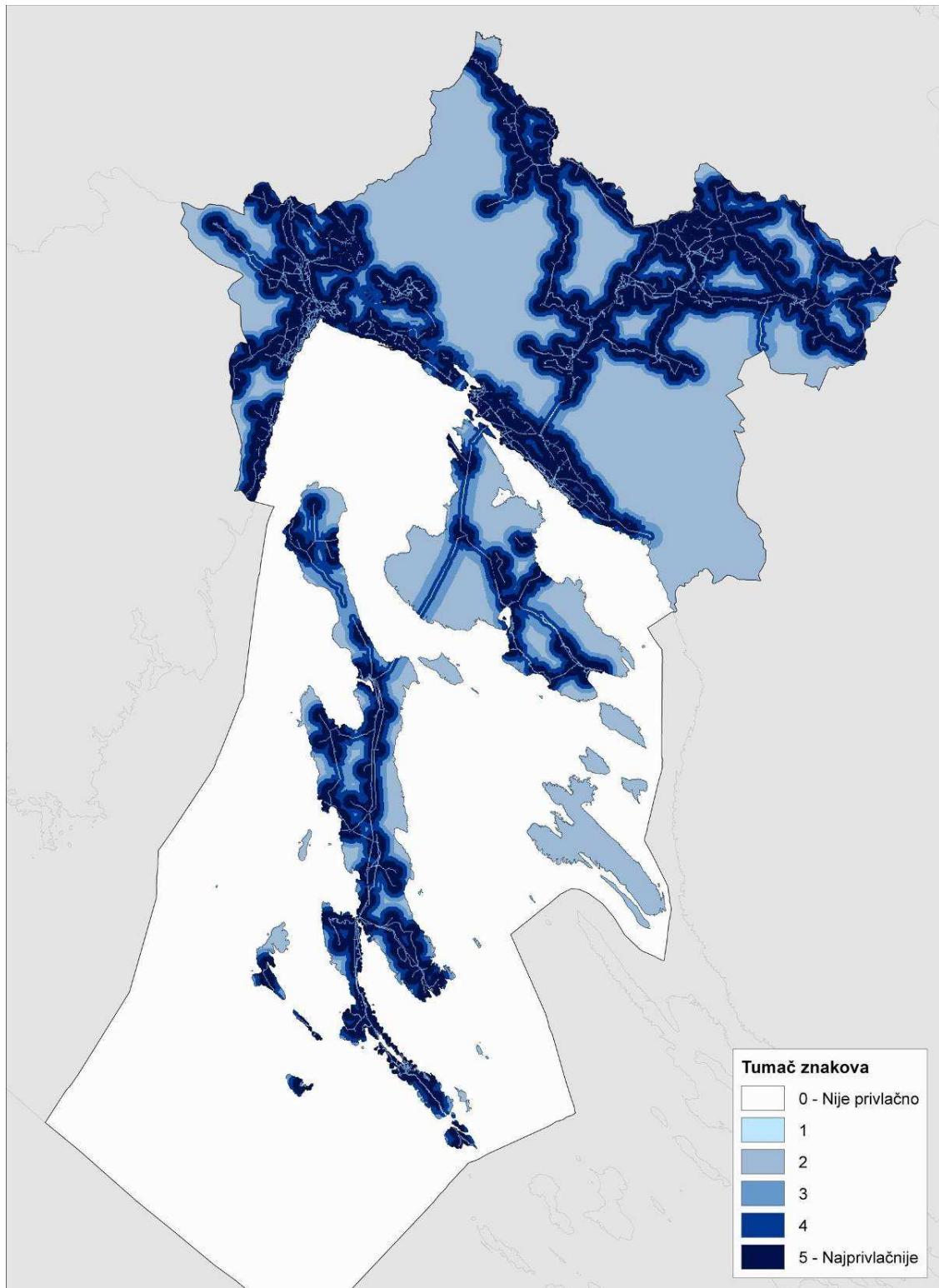
**Kriterij 10 – Udaljenost od postojeće energetske infrastrukture - trafostanica i rasklopnih postrojenja**

Sunčane elektrane poželjno je smjestiti što bliže postojećoj energetskoj infrastrukturi - trafostanicama i rasklopnim postrojenjima. Najprivlačniji prostori će biti oni u blizini trafostanica i rasklopnih postrojenja, dok će s porastom udaljenosti od istih privlačnost opadati.

**Tablica 13. Matrica privlačnosti za kriterij udaljenosti od postojeće energetske infrastrukture - trafostanica i rasklopnih postrojenja**

KRITERIJ PRIVLAČNOSTI	TEMATSKA KARTA	PROSTORNI PODATAK	OCJENA	TEŽINSKI FAKTOR
UDALJENOST OD ENERGETSKE INFRASTRUKTURE	Energetska mreža	Tipovi transformatorskih postrojenja ( TS 35 kV, TS 35/10(20) kV, TS 35(20) kV, TS 110 kV, TS 110/10 kV, TS 110/20 kV, TS 110/25 kV, TS 110/35 kV, TS 110/35(25) kV, TS 220/110/35 kV ), rasklopno postrojenje	0 5 4 3 2 1	0,9





**Slika 37.** Karta udaljenosti od postojeće energetske infrastrukture – dalekovoda, trafostanica i rasklopnih postrojenja



#### 4.4.11. Rezultat - združeni model privlačnosti

Združeni model privlačnosti za smještaj sunčanih elektrana dobiven je spajanjem (korištenjem funkcije zbrajanja SUM) svih prethodno opisanih podmodela privlačnosti prostora.

Raspodjela ocjena privlačnosti je vidljiva u Tablici 145.. Od ukupne površine obuhvata, oko 4% je procijenjeno najprivlačnijim (ocjena 5), oko 9% površine visoko privlačnim (ocjena 4), a oko 19% privlačnim za smještaj sunčanih elektrana.

**Tablica 15.** Raspodjela ocjena modela privlačnosti za izgradnju sunčanih elektrana

Ocjene privlačnosti	Broj piksela	% od ukupne površine
0 - izuzeta područja	222839	60,84
1 – najmanje privlačan prostor	0	0
2	23966	6,54
3	70794	19,33
4	33174	9,06
5 – najprivlačniji prostor	15526	4,24
<i>Ukupna površina obuhvata: 366299 piksela</i>		

Iz karte privlačnosti za izgradnju sunčanih elektrana vidljivo je da je najviše najprivlačnijih površina zastupljeno na otoku Cresu, potom Krku, pa Rabu i Lošinju. Određen broj najprivlačnijih, ali više visoko privlačnih površina nalazi se i u Primorju, dok ih je najmanje u Gorskem kotaru (Karta 1.).

##### 4.4.11.1. Grafički prilog

**Karta 1.** Karta privlačnosti za izgradnju sunčanih elektrana (M 1 : 200 000)



## 5. MODEL RANJVOSTI PROSTORA ZA SMJEŠTAJ SUNČANIH ELEKTRANA

### 5.1. METODOLOGIJA

Preventivna zaštita okoliša u prostorno-planskom kontekstu znači sprečavanje šteta ili degradacija kvaliteta prostora (postojećih i potencijalnih) koje bi mogle nastati u okolišu ako bi se ostvarila određena djelatnost u prostoru, tj. ako bi se izveo određeni zahvat u prostoru. Metodološko ishodište zaštitnog planiranja je stoga potencijalni utjecaj na kvalitete okoliša koji bi mogao nastati s obzirom na planirani razvoj određene ljudske aktivnosti ili djelatnosti. Utjecaj na okoliš nastaje kada se predviđa promjena prostora u fizičkom smislu, te kada se takvoj promjeni pripše značenje ili vrijednost.

Mogućnost za smanjenje negativnog utjecaja na kvalitete okoliša koja stoji na raspolaganju je traženje optimalne lokacije za određenu djelatnost ili traženje prostornih alternativa pojedinačnog zahvata. Traženje mogućnosti ili modeliranje ranjivosti kvaliteta okoliša znači simuliranje mogućih utjecaja djelatnosti koja se u prostoru planira na njegove kvalitete. Ono daje mogućnost procjene prihvatljivosti ili neprihvatljivosti djelatnosti na osnovi logičkog poimanja: tamo gdje je stupanj kvalitete veći, tamo je i stupanj prihvatljivosti zahvata u prostoru manji.

Model ranjivosti je vrijednosna i specifična prostorna slika zaštitnih zahtjeva. Njime su se tražile i vrednovale sve one kvalitete okoliša koje bi zbog izgradnje sunčanih elektrana mogli biti ugrožene. Vrednovanje se vršilo na temelju tri zaštitna aspekta kojima se štiti:

1. prirodni okoliš
2. čovjekov okoliš
3. resursi

Nakon obrade prostornih podataka i postavljanja osnovnih postavki modela, pristupilo se izradi modela ranjivosti za izgradnju sunčanih elektrana na prostoru obuhvata. Koraci u procesu modeliranja ranjivosti bili su:

1. identifikacija radnih faza djelatnosti (što je mogući izvor negativnog utjecaja)
  - raščlanjivanje djelatnosti na radne faze
  - određivanje utjecaja pojedine faze na promjenu fizičkog stanja okoliša
2. izrada opredijeljenih matrica interakcija
  - evidentiranje promjena u okolišu
  - pridodavanje značaja promjeni



Modeliranje vrijednosti u GIS okruženju, gdje je homogena prostorna jedinica bila veličine 100 x 100 m, izvedeno je služeći se vrijednosnom skalom ocjena (1-5), gdje 1 predstavlja najmanju vrijednost (vrlo malo ranjivo) ili traženu kvalitetu, a 5 najvišu (vrlo ranjivo).

Način udruživanja matrica u podmodele ranjivosti, te podmodela ranjivosti u konačni model ranjivosti, definiran je tipom korištenih podataka i logikom podmodela. Temeljen je na aritmetičkom postupku - pomoću preuzimanjem maksimalne (u konačan rezultat se prenosi najveća vrijednost u kombinaciji ocjena) ili minimalne vrijednosti iz matrica (u konačan rezultat se prenosi najmanja vrijednost u kombinaciji ocjena), ili ručnim ocjenjivanjem kod spajanja dvije matrice novom dvodimenzionalnom matricom, kao u slijedećem primjeru:

#### Podatak1/Podatak2

	1	2	3	4	5
1	1	2	3	4	5
2	2	2	3	4	5
3	3	3	3	4	5
4	4	4	4	4	5
5	5	5	5	5	5

Konačan rezultat udruživanja u model ranjivosti je vrijednosna karta s ocijenjenim prostorima ukupne ranjivosti u matrici skale ocjena od 0-5. Pritom područja ocijenjena visokim ocjenama znače i veću ranjivost toga prostora za smještaj sunčanih elektrana.



## 5.2. IDENTIFIKACIJA I OPREDJELJENJE POTENCIJALNIH UTJECAJA NA PROSTOR

Da bi dobili sliku o svim mogućim utjecajima koje bi djelatnost, izgradnja sunčanih elektrana mogla izazvati u nekom prostoru potrebno ju je bilo raščlaniti na faze rada. Djelovanje na okoliš će biti različito zbog različitosti opsega i intenziteta zahvata u svakoj fazi.

U slijedećim tablicama (Tablica 16., 17.) vidljiva je raščlamba djelatnosti izgradnje sunčanih elektrana na faze rada s opisom radnji koje se odvijaju tijekom određenih faza. Zatim se radnje raščlanjuju na privremene i trajne, te se opisuje utjecaj radnji na sisteme okoliša, koji je također privremen ili trajan.

**Tablica 16. Raščlamba djelatnosti po fazama rada**

RAŠČLAMBA DJELATNOSTI PO FAZAMA RADA		
Faza	Radnja	Opis radnje
I Faza	Priprema	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Postupak izbora lokacije</li> <li>▪ Izrada poslovno–projektne dokumentacije: <ul style="list-style-type: none"> <li>- Izrada projektnе dokumentacije (idejni projekt, glavni projekt)</li> <li>- Ocjenja prihvatljivosti zahvata na prirodu<sup>1</sup></li> <li>- Administrativni poslovi (Prethodno energetsko odobrenje, Elaborat optimalnog tehničkog rješenja priključka<sup>2</sup>, Prethodna elektroenergetska suglasnost, Ugovor o priključenju, Lokacijska dozvola, Energetsko odobrenje, Uređenje imovinsko-pravnih odnosa, Građevinska dozvola, Dozvola za obavljanje energetske djelatnosti, Prethodno rješenje o stjecanju statusa povlaštenog proizvođača, Ugovor o otkupu električne energije, Energetska suglasnost i zahtjev za priključenje, Ugovori o opskrbni, vođenju pogona i korištenju mreže, Privremeno priključenje i pokusni rad, Uporabna dozvola, Dozvola za obavljanje energetske djelatnosti, Rješenje o stjecanju statusa povlaštenog proizvođača)</li> </ul> </li> <li>- Paralelno se odvijaju:</li> </ul>
II Faza	Uređenje	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Pripremni građevinski radovi (dovoz strojeva, postavljanje privremenih objekata, ogradijanje gradilišta, sječa postojeće visoke vegetacije, uređenje privremenih komunikacija)</li> <li>▪ Postavljanje panela</li> <li>▪ Uređenje komunikacija (izgradnja pristupnog puta)</li> <li>▪ Spajanje na elektrodistribucijsku mrežu (priključivanje na dalekovode, izgradnja trafostanice)</li> <li>▪ Ogradijanje područja</li> </ul>
III Faza	Funkcioniranje djelatnosti – rad i održavanje	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Redovito održavanje postrojenja</li> <li>▪ Korištenje od 10 do 30 godina</li> </ul>
IV Faza	Zatvaranje te prenamjena	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Prenamjena cijelog postrojenja</li> <li>▪ Sanacija (obnova prirodne vegetacije)</li> </ul>

<sup>1</sup> Ocjenja prihvatljivosti zahvata na prirodu izvodi se ukoliko je područje unutar ili u blizini eko mreže Natura 2000. Za elektrane veće od 1 MW traži se ocjena o potrebi Ocjene utjecaja na okoliš.

<sup>2</sup> U slučaju priključka na srednje-naponsku mrežu (snaga elektrane > 500 kW ili nemoguć priključak na SN mrežu)



**Tablica 17. Raščlamba utjecaja zahvata na sustave okoliša**

RAŠČLAMBA UTJECAJA ZAHVATA NA SUSTAVE OKOLIŠA		
PRIRODA		
ATMOSFERA		
	Utjecaji zahvata	Posljedice utjecaja
II FAZA (privremeni utjecaji)	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Emisije nastale radom i prometom strojeva i vozila</li> <li>▪ Prašina nastala prilikom uklanjanja vegetacije i zemljanih radova</li> <li>▪ Neugodni miris nastao prilikom asfaltiranja pristupnog puta</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Ispušni plinovi</li> <li>▪ Prašina</li> <li>▪ Širenje neugodnih mirisa</li> </ul>
III FAZA (utjecaji nastali za vrijeme rada elektrane)	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Emisije nastale prometom vozila tijekom redovitog održavanja</li> <li>▪ U slučaju požara može doći do širenja toksičnih sastojaka (kadmij, arsen)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Ispušni plinovi (povremeno)</li> <li>▪ Širenje otrovnih supstanci (u slučaju havarije)</li> </ul>
GEOSFERA		
II FAZA (privremeni utjecaji)	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Ravnanje površina i zatrpuvanje depresija</li> <li>▪ Promjene pedoloških svojstava tla zbog odstranjivanja površinskog sloja tla (kod gradnje pristupnog puta i trafostanice)</li> <li>▪ Promjena pedoloških svojstava tla zbog upotrebe teških strojeva (gaženje)</li> <li>▪ Emisije iz strojeva i vozila</li> <li>▪ Izljevanje naftnih derivata i strojnog ulja</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Promjene fizičkih i kemijskih svojstava tla</li> <li>▪ Promjena prirodne morfologije terena</li> </ul>
III FAZA (utjecaji nastali za vrijeme rada elektrane)	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ U slučaju požara može doći do širenja toksičnih sastojaka (kadmij, arsen)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Trajno izmjenjeno tlo (pristupni put, trafostanica) – nastanak antropogenog tla</li> <li>▪ Trajna promjena prirodne morfologije terena</li> <li>▪ Promjene kemijskih svojstava tla (u slučaju havarije)</li> </ul>
HIDROSFERA		
II FAZA (privremeni utjecaji)	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Izljevanje naftnih derivata i strojnog ulja</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Zagаđenje podzemnih voda</li> </ul>
III FAZA (utjecaji nastali za vrijeme rada elektrane)	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ U slučaju požara može doći do širenja toksičnih sastojaka (kadmij, arsen)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Zagаđenje površinskih i podzemnih voda (u slučaju havarije)</li> </ul>
BIOSFERA		
II FAZA (privremeni utjecaji)	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Uklanjanje vegetacije</li> <li>▪ Emisije nastale radom i prometom strojeva i vozila</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Uništenje staništa (kopnene flore i faune)</li> <li>▪ Smanjena ekološka raznolikost</li> </ul>



	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Buka</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Promjena migratornih linija zbog uništenja staništa i buke</li> <li>▪ Uništenje vrijedne prirodne baštine</li> <li>▪ Degradacija prirodnih kvaliteta prostora</li> </ul>
III FAZA (utjecaji nastali za vrijeme rada elektrane)	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Košnja i sprečavanje rasta grmolike vegetacije</li> <li>▪ Zbog ograda ne mogućnost korištenja postojećih migratorskih puteva</li> <li>▪ Povremena prisutnost ljudi i vozila zbog održavanja</li> <li>▪ U slučaju požara može doći do širenja toksičnih sastojaka (kadmij, arsen) i gorenja površinskog pokrova</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Smanjena ekološka raznolikost</li> <li>▪ Promjena migratornih linija zbog uništenja staništa, postojanja ograda i prisutnosti ljudi</li> <li>▪ Uništenje i degradacija vrijedne prirodne baštine</li> <li>▪ Zagađenje površinskog pokrova zbog širenja otrovnih supstanci (u slučaju havarije)</li> <li>▪ Gorenje okolne vegetacije</li> </ul>

#### PROSTOR KAO RESURS

##### ŠUMARSTVO

	<b>Utjecaji zahvata</b>	<b>Posljedice utjecaja</b>
II FAZA (privremeni utjecaji)	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Uklanjanje šumske vegetacije</li> <li>▪ Emisije nastale radom i prometom strojeva i vozila</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Uklanjanje/uništenje drvene mase</li> <li>▪ Slabljene zdravstvenog stanja šume (okolnog ruba)</li> </ul>
III FAZA (utjecaji nastali za vrijeme rada elektrane)	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Prenamjena prostora</li> <li>▪ U slučaju požara može doći do širenja toksičnih sastojaka (kadmij, arsen) i gorenja okolne šumske vegetacije</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Trajna prenamjena šumskog zemljišta</li> <li>▪ Gorenje okolne šumske vegetacije</li> <li>▪ Slabljene zdravstvenog stanja šume (u slučaju havarije)</li> </ul>

##### POLJOPRIVREDA

	<b>Utjecaji zahvata</b>	<b>Posljedice utjecaja</b>
II FAZA (privremeni utjecaji)	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Promjena korištenja zemljišta</li> <li>▪ Emisije nastale radom i prometom strojeva i vozila</li> <li>▪ Izljevanje naftnih derivata i strojnog ulja</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Uništenje poljoprivrednih kultura</li> <li>▪ Prenamjena poljoprivrednog zemljišta</li> <li>▪ Promjene fizikalnih i kemijskih svojstava tla</li> </ul>
III FAZA (utjecaji nastali za vrijeme rada elektrane)	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Prenamjena prostora</li> <li>▪ U slučaju požara može doći do širenja toksičnih sastojaka (kadmij, arsen) i gorenja okolnih poljodjeljskih površina</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Trajna prenamjena poljoprivrednog zemljišta</li> <li>▪ Promjene kemijskih svojstava tla (u slučaju havarije)</li> <li>▪ Gorenje poljoprivrednih kultura</li> </ul>

##### VODNO GOSPODARSTVO

	<b>Utjecaji zahvata</b>	<b>Posljedice utjecaja</b>
II FAZA (privremeni utjecaji)	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Izljevanje naftnih derivata i strojnog ulja</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Zagađenje podzemnih voda i izvorišta</li> </ul>
III FAZA (utjecaji nastali za vrijeme rada elektrane)	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ U slučaju požara može doći do širenja toksičnih sastojaka (kadmij, arsen)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Zagađenje izvorišta (u slučaju havarije)</li> </ul>

##### ČOVJEKOV OKOLIŠ

##### VIZUALNE KARAKTERISTIKE

	<b>Utjecaji zahvata</b>	<b>Posljedice utjecaja</b>
II FAZA	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Uklanjanje vegetacije</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Degradacija vizualnih kvaliteta</li> </ul>



(privremeni utjecaji)	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Ravnanje površina i zatrپавanje depresija</li> <li>▪ Rad i promet strojeva i vozila.</li> <li>▪ Zemljani radovi (iskopi)</li> <li>▪ Izgradnja pristupnog puta i trafostanice</li> <li>▪ Postavljanje panela i ograde</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Promijenjena percepција prostora</li> </ul>
III FAZA (utjecaji nastali za vrijeme rada elektrane)	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Prisutnost fotonaponskih panela u prostoru</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Trajna degradacija vizualnih kvaliteta prostora</li> <li>▪ Trajna promjena percepције prostora</li> </ul>
<b>KULTURNE KVALITETE</b>		
II FAZA (privremeni utjecaji)	<p><b>Utjecaji zahvata</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Uklanjanje površinskog pokrova</li> <li>▪ Emisije nastale radom i prometom strojeva i vozila</li> <li>▪ Buka i vibracije</li> </ul>	<p><b>Posljedice utjecaja</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Degradacija kulturnih kvaliteta prostora</li> <li>▪ Oštećenje kulturno-povijesnih objekata</li> <li>▪ Uništenje vrijednog kulturnog krajobraza (suhozidi, terase)</li> <li>▪ Uništenje vrijedne kulturne baštine</li> </ul>
TRAJNI	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Prisutnost fotonaponskih panela u prostoru</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Trajna degradacija kulturnih kvaliteta prostora</li> <li>▪ Trajno uništenje vrijednog kulturnog krajobraza (suhozidi, terase)</li> <li>▪ Trajno uništenje vrijedne kulturne baštine</li> </ul>

### 5.3. MATRICA UTJECAJA DJELATNOSTI NA SUSTAVE KVALITETA OKOLIŠA

U interakcijskoj matrici (Tablica 18.) za izgradnju sunčanih elektrana u odnos su stavljeni prethodno opisani elementi zahvata i kvalitete okoliša (zaštita prirode, resursa i čovjekovog okoliša). Procijenjena je važnost utjecaja pojedinih elemenata zahvata na kvalitete okoliša. Zatim su se metodom „scoping-a“ rangirali utjecaji, odnosno izdvojile su se one komponente okoliša na koje će zahvat imati najveći utjecaj. Na temelju toga se dalje formirao koncept ranjivosti.

**Tablica 18.** Matrica utjecaja djelatnosti na sustave kvaliteta okoliša



## SUNČANA ELEKTRANA

		Preparacija gradilišta (ogradivanje, koločenje, uklanjanje vegetacije)	Dovoz i odvoz (materijala i radne snage)	Zemljani radovi (iskop)	Gradevinski radovi (izgradnja pristupnog puta, trafostanice)	Završni radovi (postavljanje panela, ogradivanje područja, priključivanje na dalekovode)	Redovito održavanje	Prenamjena postrojenja (uklanjanje panela i sanacija zemljišta)	ODABRANI KRITERIJI
<b>ZAŠTITA PRIRODE</b>									
<b>ATMOSFERA</b>									
FIZIKALNE KARAKTERISTIKE		✓	✓	✓	✓				
KEMIJSKE KARAKTERISTIKE		✓	✓	✓	✓				
KLIMA									
<b>GEOSFERA</b>									
MATIČNA STIJENA									
TLO		✓	✓	✓	✓		✓		
RELJEF				✓	✓		✓		
<b>HIDROSFERA</b>									
PODZEMNE VODE			✓	✓			✓		
POVRŠINSKE VODE							✓		
<b>BIOSFERA</b>									
KOPNENA FLORA		✓	✓	✓	✓	✓	✓		
KOPNENA FAUNA		✓	✓	✓	✓	✓	✓		
VODENA FLORA							✓		
VODENA FAUNA							✓		
PRIRODNE KVALITETE		✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	
<b>ZASTITA RESURSA</b>									
ŠUMARSTVO		✓	✓	✓	✓	✓	✓		
POLJOPRIVREDA		✓	✓	✓	✓	✓	✓		
VODNO GOSPODARSTVO		✓		✓			✓		
<b>ZAŠTITA ČOVJEKOVOG OKOLIŠA</b>									
VIZUALNE KVALITETE		✓	✓	✓	✓	✓	✓		
KULTURNE KVALITETE		✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	

- očekivani utjecaj je malen ili ga nema
- očekivani utjecaj je umjeren
- očekivani utjecaj je velik

Procijenjeno je da bi potencijalni zahvat mogao imati najveći utjecaj na floru i faunu, prirodne kvalitete, šumarstvo, poljoprivredu, vodno gospodarstvo, te vizualne i kulturne kvalitete.



## 5.4. MODEL RANJIVOSTI - KONCEPT

Ranjivost prostora za izgradnju sunčanih elektrana temelji se na sljedećim kvalitetama okoliša koje su izdvojene iz matrice interakcija:

S aspekta zaštite prirode:

- Ranjivost prirodnih kvaliteta
- Ranjivost kopnene flore i faune

S aspekta zaštite prirodnih resursa:

- Ranjivost prostora kao resursa za šumarstvo
- Ranjivost prostora kao resursa za poljoprivredu
- Ranjivost prostora kao resursa za vodno gospodarstvo

S aspekta zaštite čovjekovog okoliša:

- Ranjivost kulturnih kvaliteta
- Ranjivost vizualnih kvaliteta (vizualna izloženost i vizualni potencijal)

Zbog kompleksnosti prostora, te zbog lakše provedbe i razumijevanja rezultata, ranjivost prostora je predstavljena kroz više modela ranjivosti. Modeli su izabrani s obzirom na prepoznate utjecaje djelatnosti na okoliš, na značajke planerskog prostora, te s obzirom na raspoložive podatke.

### 5.4.1. Zaštita prirode

Model ranjivosti, koji odražava zahtjeve zaštite prirode, proizlazi iz prepostavke da svaka djelatnost, koja posredno ili neposredno mijenja prirodne oblike geosfere, hidrosfere, atmosfere i biosfere, znači negativan utjecaj na prirodu. Stupanj ranjivosti pojedine sastavnice prirode ovisi o prirodnoj očuvanosti, rijetkosti i iznimnosti sastavnice, od osjetljivosti na promjene s obzirom na regeneracijske sposobnosti sastavnice, te od veličine i značaja zahvata.

**U modelu ranjivosti prirodnih kvaliteta** su korišteni podaci o prirodnim kvalitetama koji proizlaze iz Zakona o zaštiti prirode (NN 70/05, NN 139/08), ali i podaci o prirodnim kvalitetama predloženim za zaštitu Prostornim Planom Primorsko-goranske županije (SNPGŽ 14/00, 12/05, 50/06). Sva zakonom zaštićena područja su ocijenjena kao područja s visokim stupnjem ranjivosti, dok se udaljavanjem od njih ranjivost smanjuje. Vrednovanje udaljenosti rađeno je samo za Zakonom zaštićena područja, a ne i za područja predložena za zaštitu. Naime, do vrednovanja zona udaljenosti došlo se zbog prepostavke da je i neposredna blizina zaštićenih područja ranjiva i da bez obzira što sunčana elektrana neće biti smještena unutar samog zaštićenog područja ona može znatno utjecati na smanjenje vizualnih kvaliteta šireg područja (narušiti obilježja zbog kojih je neki prostor zaštićen npr. značajni krajobraz), te biti potencijalna opasnost zbog mogućnosti havarije.



**Model ranjivosti kopnene flore i faune**, proizlazi iz prepostavke da su ranjivija područja ona s većom biološkom raznolikošću i s prisutnošću ugroženih i rijetkih stanišnih tipova i/ili divlje flore i faune. Za potrebe izrade ovoga modela korišteni su podaci o Nacionalnoj ekološkoj mreži (Važna područja za divlje svoje i staništa – EM, te Međunarodno važna područja za ptice - SPA) koja obuhvaća područja važna za očuvanje ili uspostavljanje povoljnog stanja ugroženih i rijetkih stanišnih tipova i/ili divljih svojstava na europskoj i nacionalnoj razini. Kod ocjenjivanja je dana veća ocjena, odnosno veća ranjivost samim lokalitetima (točkastim pojavama) koji su važni za divlje svoje i staništa. Područjima za divlje svoje i staništa, te područjima za ptice dana je razmjerno niska ocjena ranjivosti (ocjena 2) iz razloga što se gotovo cijeli teritorij Županije nalazi unutar istih te pridavanjem veće ranjivosti cijeli prostor bi postao nepogodan za smještaj sunčanih elektrana. Prije izgradnje sunčanih elektrana svakako će biti potrebno provesti Ocjenu prihvatljivosti zahvata na prirodu kada će se izvršiti terenska biološka istraživanja i moći procijeniti pravi utjecaj na ekološku mrežu.

#### 5.4.2. Zaštita prirodnih resursa

Modeli ranjivosti prostora, koji odražavaju zahtjeve zaštite prirodnih resursa, su građeni na prepostavci da svaki prostor na temelju svojih prirodnih resursa nosi potencijal za smještaj određenih djelatnosti koje će koristiti te iste resurse. Cilj je smjestiti sunčane elektrane na područja s najmanjim potencijalom za smještaj drugih djelatnosti koje koriste prirodne resurse, a riječ je o poljoprivredi, šumarstvu i vodnom gospodarstvu.

**Model ranjivosti prostora kao resursa za šumarstvo** proizlazi iz prepostavke, da je za potrebe pripreme zemljišta za izgradnju sunčanih elektrana potrebno ukloniti površinski pokrov. Ako je riječ o šumskim području to znači smanjenje drvne mase, odnosno drvnog potencijala i opće korisnih funkcija šume. Šumska područja s većim drvnim potencijalom (bjelogorična i mješovita šuma) i većim opće korisnim funkcijama su ranjiva. Pošto područje Primorsko-goranske županije karakterizira degradiranost šuma i niski drveni fond koji kao posljedicu imaju nizak godišnji prirast drvne mase niti jedna kategorija šumskog zemljišta nije dobila ocjenu velike i izrazite ranjivosti (ocjene 4 i 5). Pri modeliranju korišteni su podaci o šumama preuzeti iz podloge „CORINE Landcover 2006“ (CLC) za RH.

**Model ranjivosti prostora kao resursa za poljoprivredu** temelji se na prepostavki, da gradnja i rad sunčanih elektrana utječe prije svega na prenamjenu zemljišta, koja ima za posljedicu neposredno uništenje poljoprivrednog zemljišta ili privremeno ograničavanje poljoprivrednog korištenja zemljišta. U slučaju havarije i širenja toksičnih sastojaka može doći do onečišćenja tla (na prostoru elektrane i na širem okolnom prostoru). Najranjivija su područja s većim proizvodnim potencijalom, odnosno s većim bonitetom zemljišta, na kojima se uglavnom nalaze postojeće poljoprivredne površine. Ranjiva su i područja koja imaju zadovoljavajući bonitet zemljišta, ali su iz nekog razloga (udaljenosti od naselja, zapuštanja poljoprivredne proizvodnje) obrasla u različite stadije šumske vegetacije. Pri modeliranju korišteni su podaci o



bonitetu tla (M 1:200 000), te podaci o tipovima korištenja zemljišta, preuzeti iz podloge „CORINE Landcover 2006“ (CLC) za RH.

**Model ranjivosti prostora kao resursa za vodno gospodarstvo** proizlazi iz prepostavke da su sunčane elektrane potencijalni onečišćivač izvorišta vode. Najranjivije su I (ocjena 5) i II (ocjena 4) zona zaštite izvorišta i drugih ležišta voda koja se koriste ili su rezervirana za javnu vodoopskrbu, te Vodoopskrbni rezervat (ocjena 4), dok se najmanje ranjiva područja nalaze izvan vodozaštitnih područja. Prema Prostornom planu Primorsko-goranske županije (SNPGŽ 14/00, 12/05, 50/06) navedena područja spadaju u prvu kategoriju osjetljivosti prostora u kojoj vrijedi zabrana gradnje i zahvata u prostoru. Pri modeliranju korišteni su podaci o vodozaštitnim zonama (izvor: PP Primorsko-goranske županije).

#### 5.4.3. Zaštita čovjekovog okoliša

Modeli ranjivosti, koji odražavaju napore za zaštitom čovjekovog okoliša, su građeni na pretpostavci, da bi izgradnja sunčanih elektrana prouzročila poremećaj u prostoru boravka ljudi, prije svega na polju degradacije i uništenja kulturne baštine, te u promjeni krajobrazne slike (percepcije) područja. Zato su ranjivija područja s većom kulturnom i vizualnom vrijednošću, te vizualno izloženja područja. Modeli prepostavljaju da ranjivost opada s udaljenošću od prometnica i naseljenih područja, te da je viša u područjima s vrijednom kulturnom baštinom i visokom vizualnom vrijednošću.

**U modelu ranjivosti kulturnih kvaliteta** su kao najranjivija opredijeljena područja s vrijednom kulturnom baštinom, dok s udaljenošću od istih ranjivost se smanjuje. Pri tom veću ranjivost imaju zaštićena od preventivno zaštićenih kulturnih dobara. Vrednovanje udaljenosti rađeno je samo za zaštićena kulturna dobra. Naime, do vrednovanja zona udaljenosti došlo se zbog pretpostavke da je i neposredna blizina vrijednih kulturnih dobara ranjiva, odnosno da nije dovoljno samo fizičko očuvanje spomeničkih objekata ili cjelina već je potrebno i očuvanje njihovog neposrednog okruženja. Smještajem sunčanih elektrana u njihovoj neposrednoj blizini došlo bi do svojevrsne degradacije kulturnih vrijednosti prostora. Podaci o zaštićenim i preventivno zaštićenim kulturnim dobrima (izvor: PP Primorsko-goranske županije ) koji su korišteni pri modeliranju proizlaze iz Zakona o zaštiti i očuvanju kulturnih dobara (NN 69/99, 151/03, 87/09, 88/10). Nažalost, podaci o tradicionalnom načinu poljoprivrednog korištenja zemljišta (parcelacija, suhozidi, terase, itd.) kao elementu poljodjeljskog kulturnog krajobraza sveprisutnog na otocima Primorsko-goranske županije nisu bili dostupni, pa ih nismo mogli uvrstiti u ovaj model.

**Model ranjivosti vizualnih kvaliteta** se sastojao od dva podmodela u kojem su modelirani vizualna izloženost prostora i vizualni potencijal.

Pošto je analizu izloženosti pogledima s najvažnijih prometnica, panoramskih točaka i naseljenih područja (u računalu) bilo nemoguće izvesti na ovako velikom planerskom području,



ocjenjivale su se određene zone udaljenosti od prometnica i naseljenih područja. Polazilo se od pretpostavke da će ta područja zasigurno biti znatno izložena pogledima zbog stalnog boravka ili prolaska ljudi. Naravno riječ je o teorijskom modeliranju izloženosti pogledima pošto uvijek postoji mogućnost reljefne ili vegetacijske zaklonjenosti nekog područja uz prometnicu i naselje, a nisu ni sve prometnice jednakog intenziteta, niti su sva naselja jednake vitalnosti (veća će izloženost biti iz većih i gospodarski aktivnih, nego udaljenih ruralnih naselja). Kao najranjivija područja tako su opredijeljena ona uz prometnice i naseljena područja dok udaljenošću od istih ranjivost opada.

Podmodel ranjivosti vizualnog potencijala proizlazi iz pretpostavke da izgradnja sunčanih elektrana utječe na promjenu krajobrazne slike, odnosno na smanjenje vizualnih kvaliteta nekog područja. Zato su najranjivija područja s velikom vizualnim potencijalom. Pri modeliranju korišteni su podaci o korištenju zemljišta („CORINE Landcover 2006“ (CLC) za RH), reljefu, površinskim vodama i obali. Najranjivija su tako područja uz samu obalnu liniju, te područja uz rijeke, jezera, potoke dok s udaljenošću od istih ranjivost opada. To su u pravilu vizualno vrijedna područja koja predstavljaju važan turistički resurs pa ih je kao takve potrebno zaštititi od nekontrolirane izgradnje. Velika ranjivost je pridijeljena grebenima i vrhovima kao svojevrsnim orijentirima i vizualno najizloženijim područjima, te kanjonima, dok su najmanje ranjivi zaravnjeni prostori. Od podataka o korištenju zemljišta najveći vizualni potencijal i ujedno ranjivost imaju mozaik različitih načina poljoprivrednog korištenja zemljišta (u pravilu polja, mozaične strukture u kojima se izmjenjuju različite poljoprivredne kulture), plaže i kopnene močvare, a odmah za njima slijede vinogradi (mogu biti na terasama (vrjedniji) i veće monokulture u polju (vizualno manje vrijednji)), maslinici, te mješovita šuma (vizualno je vrjednija od bjelogorične i crnogorične, zbog varijacije boja i zanimljive tekture). Umjereno ranjive su navodnjavane poljoprivredne površine, pašnjaci, bjelogorična i crnogorična šuma, te poljoprivredne površine sa značajnim udjelom prirodne vegetacije. Riječ je o, u pravilu, većim, pomalo jednoličnim površinama, srednjeg vizualnog potencijala. Tu treba pridodati i naseljena područja sa do 1000 stanovnika (manja naselja u ruralnim sredinama) koja su vizualno vrjednija od većih, urbaniziranih, mada je i kod jednih i drugih izražena degradacija prostora novijom, neambijentalnom izgradnjom. Najmanje ranjivi su i najmanje privlačni prostori kao što su industrijski ili poslovni prostori, aerodromi i rudokopi.



## 5.5. MATRICE RANJVOSTI PROSTORA

### 5.5.1. Model ranjivosti – Zaštita prirode

#### Podmodel I– Ranjivost prirodnih kvaliteta

**Tablica 19.** Matrica ranjivosti prirodnih kvaliteta

ZAŠTITA PRIRODE	TEMATSKE KARTA	PROSTORNI PODATAK	OCJENA
RANJVOST PRIRODNIH KVALITETA	Prirodna baština	Zaštićena područja (Nacionalni park, Park prirode, Park šuma, Posebni rezervat, Strogi rezervat, Značajni krajobraz)	5
		0-500 m	4
		500-1000 m	3
		1000 - 2000 m	2
		> 2000 m	1
		Zaštićena područja (spomenik prirode, Spomenik parkovne arhitekture)	
		0-100 m	5
		100-500 m	3
		> 500 m	1
		Područja predložena za zaštitu (Park prirode, Park šuma, Posebni rezervat, Strogi rezervat, Značajni krajobraz)	3
		Područja predložena za zaštitu (spomenik prirode, Spomenik parkovne arhitekture) -100 m od pojave	3

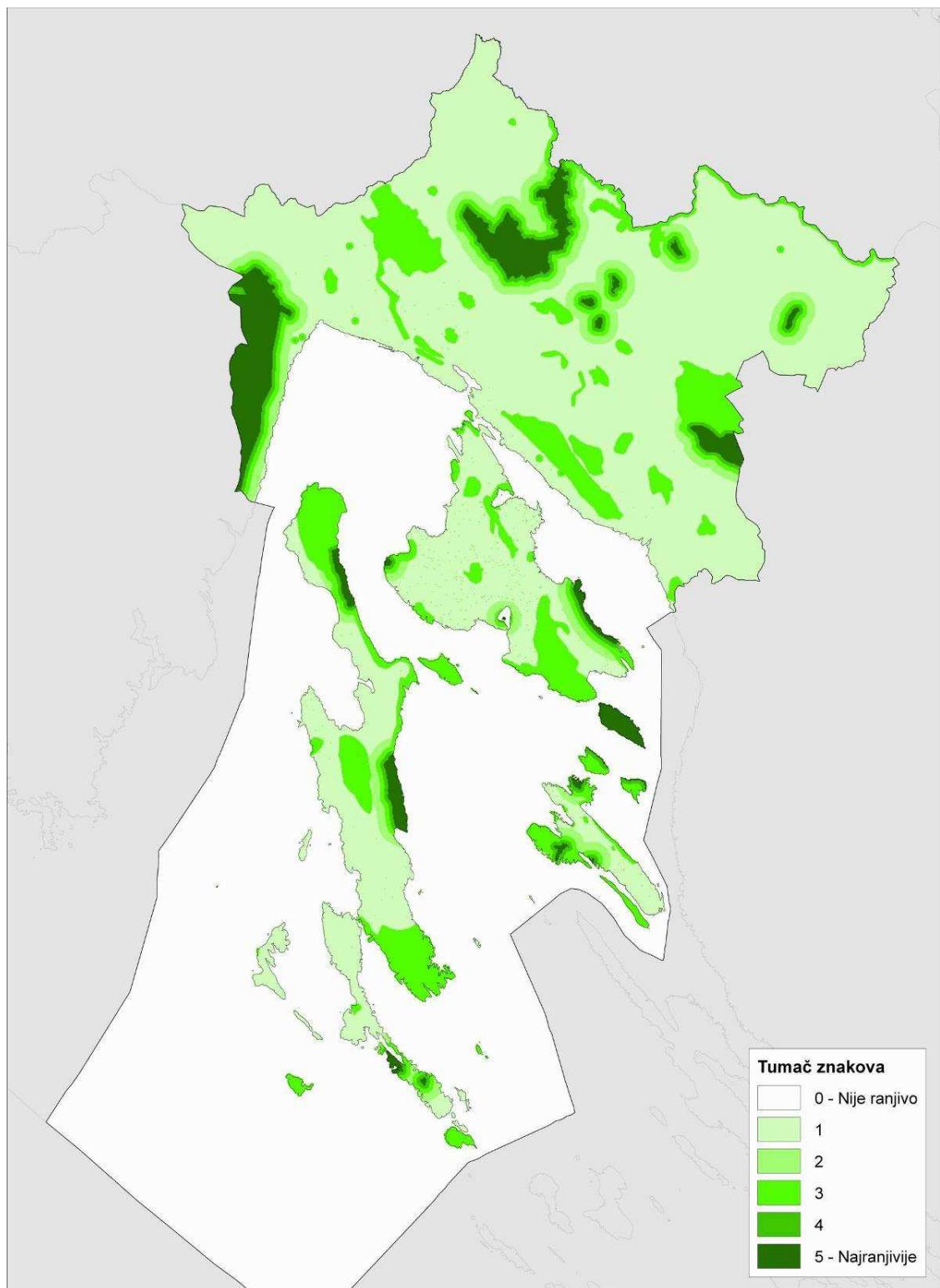
#### Podmodel II– Ranjivost kopnene flore i faune

**Tablica 20.** Matrica ranjivosti kopnene flore i faune

ZAŠTITA PRIRODE	TEMATSKE KARTA	PROSTORNI PODATAK	OCJENA
RANJVOST KOPNENE FLORE I FAUNE	Ekološka mreža	Važna područja za divlje svojte i staništa	2
		Važna područja za divlje svojte i staništa (točkasta pojava)	
		0-100 m	4
		100 - 500 m	2
		> 500 m	1

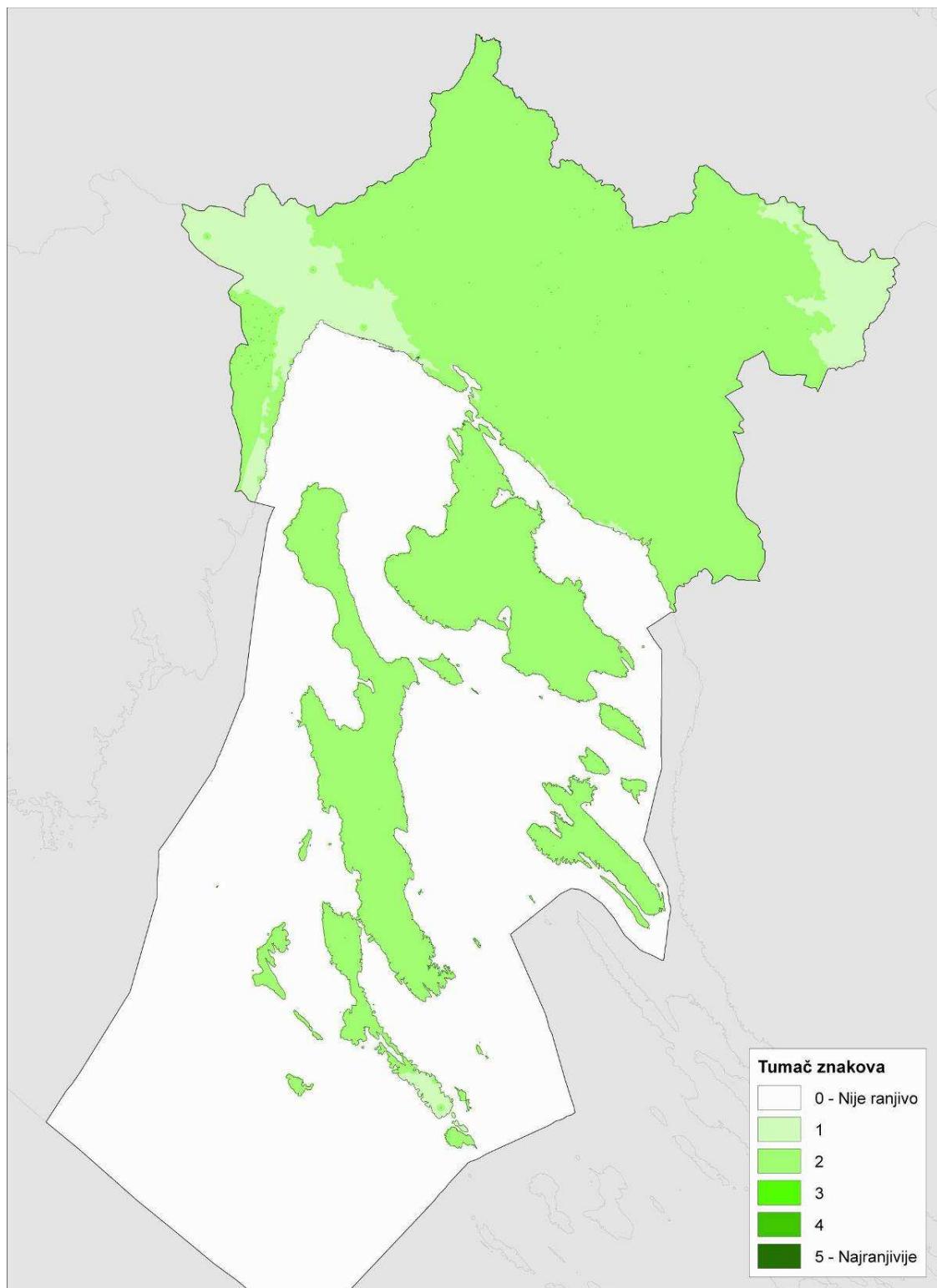
Podaci iz modela ranjivosti prirodnih kvaliteta, te kopnene flore i faune su spojeni po pravilu prijenosa najviše vrijednosti (pravilo maksimuma).





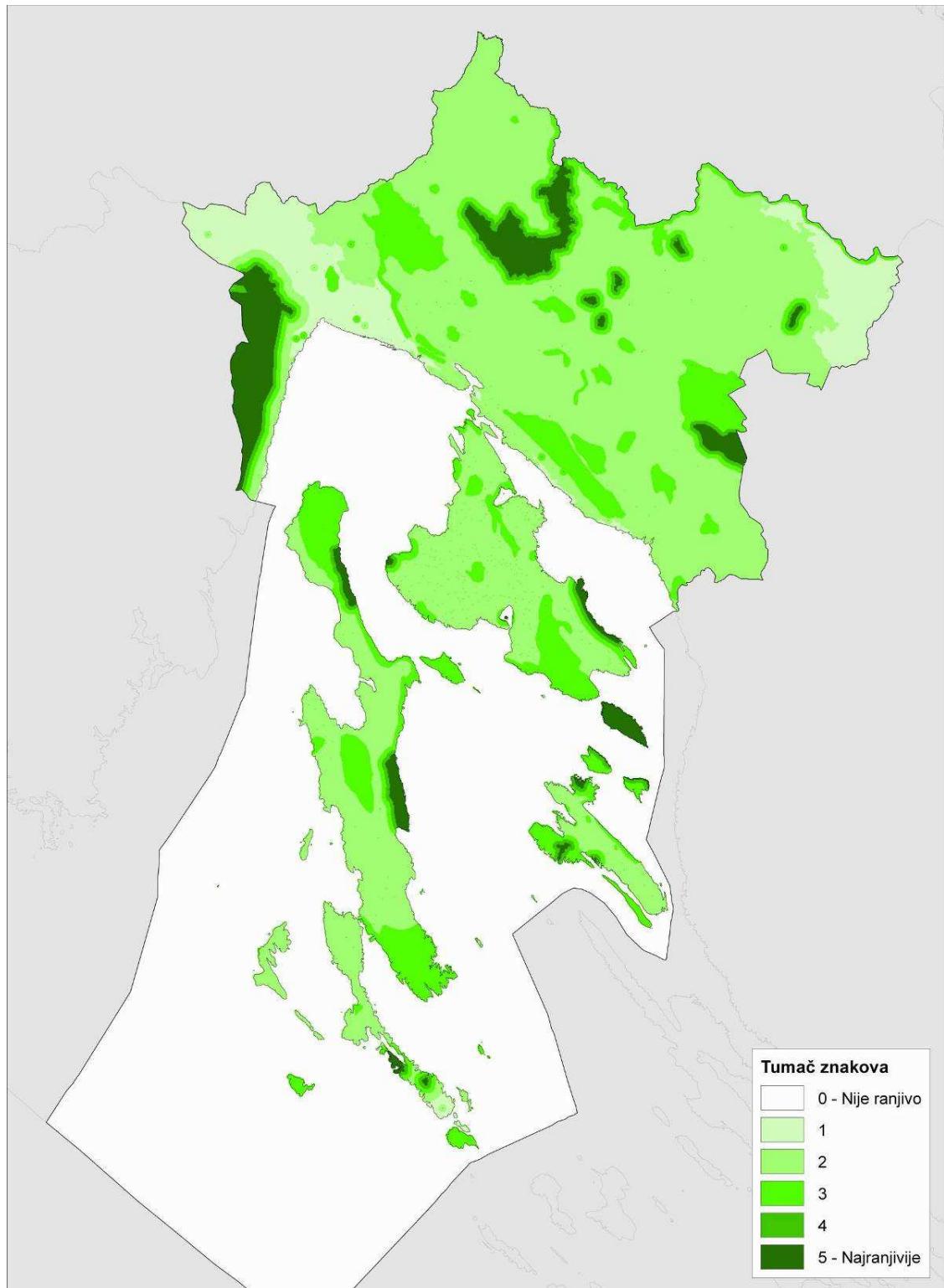
Slika 38. Karta ranjivosti prirodnih kvaliteta prostora





**Slika 39.** Karta ranjivosti kopnene flore i faune





Slika 40. Karta združenog modela ranjivosti prirode



## 5.5.2. Model ranjivosti – Zaštita prirodnih resursa

### Podmodel I– Ranjivost prostora kao resursa za šumarstvo

**Tablica 21.** Matrica ranjivosti prostora kao resursa za šumarstvo

ZAŠTITA REURSA	TEMATSKE KARTA	PROSTORNI PODATAK	OCJENA
RANJIVOST PROSTORA KAO RESURSA ZA ŠUMARSTVO	Korištenje zemljišta	Bjelogorična šuma	3
		Crnogorična šuma	2
		Mješovita šuma	3
		Sukcesija i grmolika vegetacija	1
		Ostalo	0

### Podmodel II– Ranjivost prostora kao resursa za poljoprivredu

**Tablica 22.** Matrica ranjivosti prostora kao resursa za poljoprivredu

ZAŠTITA REURSA	TEMATSKE KARTA	PROSTORNI PODATAK	OCJENA
RANJIVOST PROSTORA KAO RESURSA ZA ŠUMARSTVO	Bonitet tla	P2 (vrijedno)	4
		P3 (ostala obradiva tla)	3
		PS (ostala poljoprivredna tla, šume i šumska zemljišta)- privremeno nepogodna tla za obradu	2
		PS (ostala poljoprivredna tla, šume i šumska zemljišta)- trajno nepogodna tla za obradu	1
		Ostalo	0
	Korištenje zemljišta	Naseljena područja	0
		Industrijski ili poslovni prostori	0
		Aerodromi s pripadajućim zemljištem	0
		Rudokopi	0
		Sportski i rekreacijski objekti	0
		Navodnjavane poljoprivredne površine	5
		Vinogradi	4
		Maslinici	3
		Pašnjaci	2
		Mozaik različitih načina poljoprivrednog korištenja	5
		Poljoprivredne površine sa značajnim udjelom prirodne vegetacije	3
		Bjelogorična šuma	1
		Crnogorična šuma	1
		Mješovita šuma	1
		Prirodni travnjaci	1
		Grmolika vegetacija (kontinentalna)	1



	Sukcesija šume	1
	Sklerofilna vegetacija	1
	Plaže, dine, pijesci	0
	Ogoljele površine	1
	Područja s oskudnom vegetacijom	1
	Kopnene močvare	0

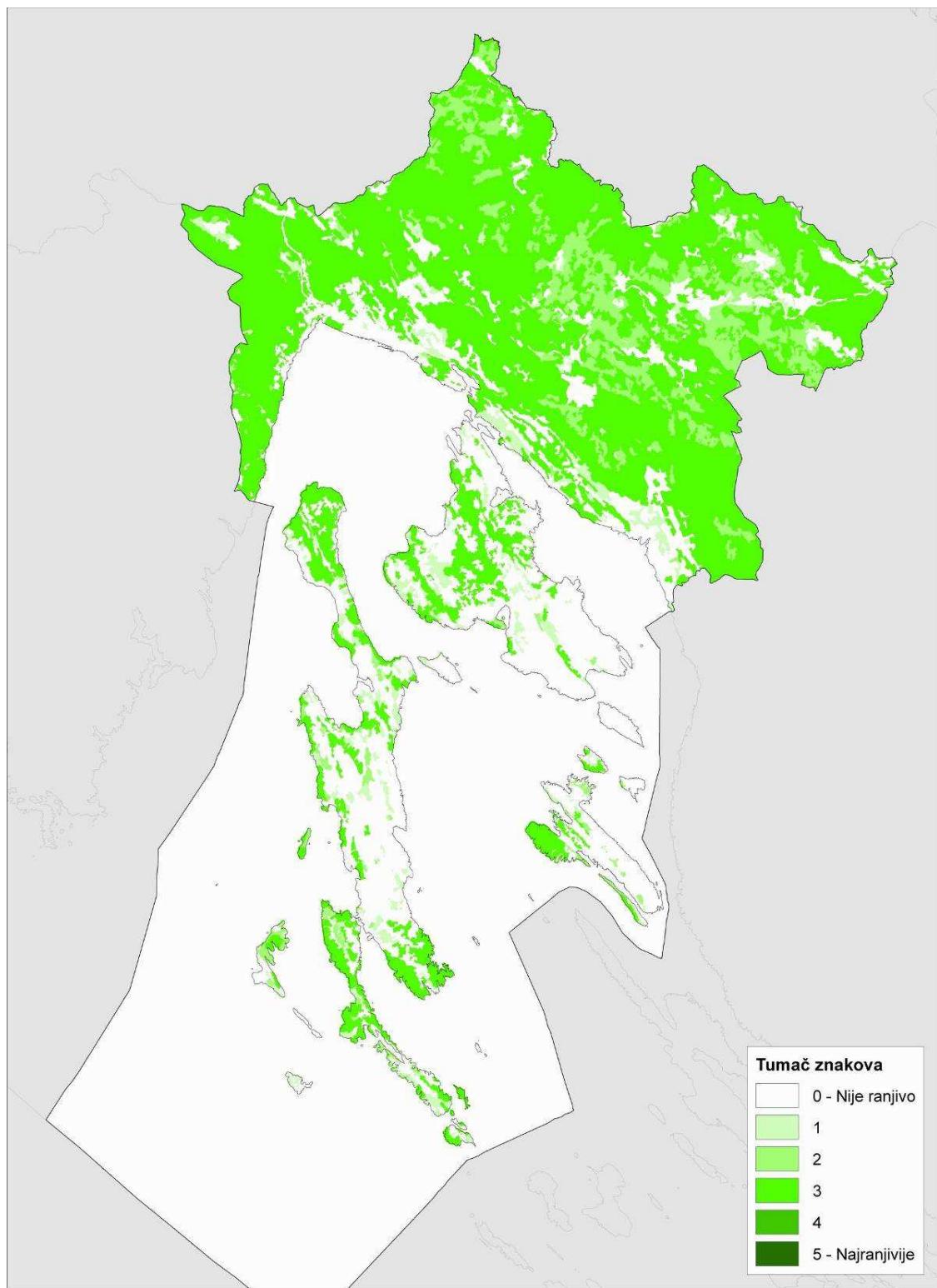
### **Podmodel II– Ranjivost prostora kao resursa za vodno gospodarstvo**

**Tablica 23.** Matrica ranjivosti prostora kao resursa za vodno gospodarstvo

ZAŠTITA REURSA	TEMATSKE KARTA	PROSTORNI PODATAK	OCJENA
RANJIVOST PROSTORA KAO RESURSA ZA ŠUMARSTVO	Vodozaštitne zone	I. zona zaštite IA. zona zaštite IB. Zona zaštite II. zona zaštite III. zona zaštite IV. zona zaštite Vodoopskrbni rezervat Zona djelomičnog ograničenja	5 5 5 4 2 1 4 3

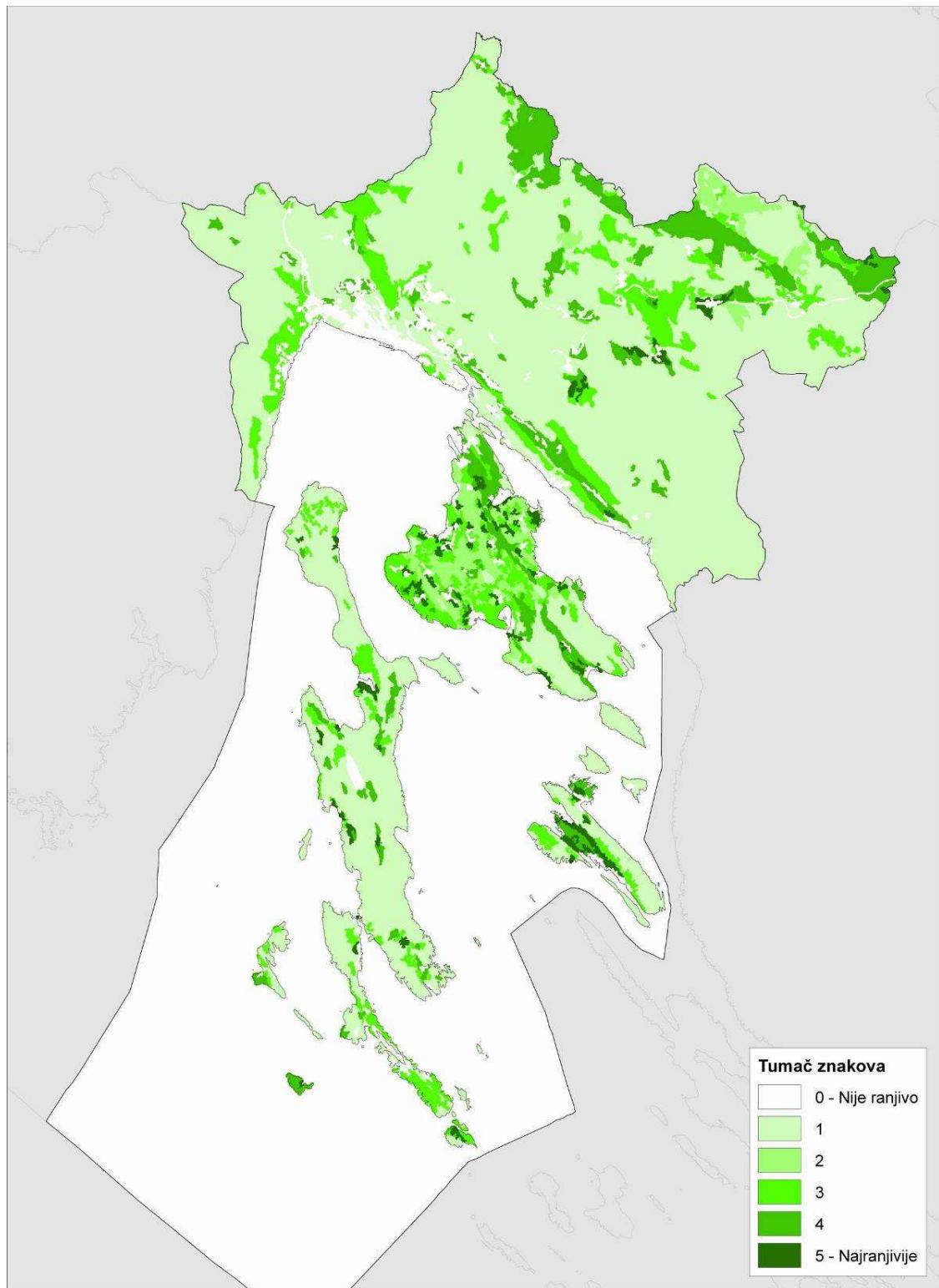
Podaci su spojeni po pravilu prijenosa najviše vrijednosti (pravilo maksimuma).





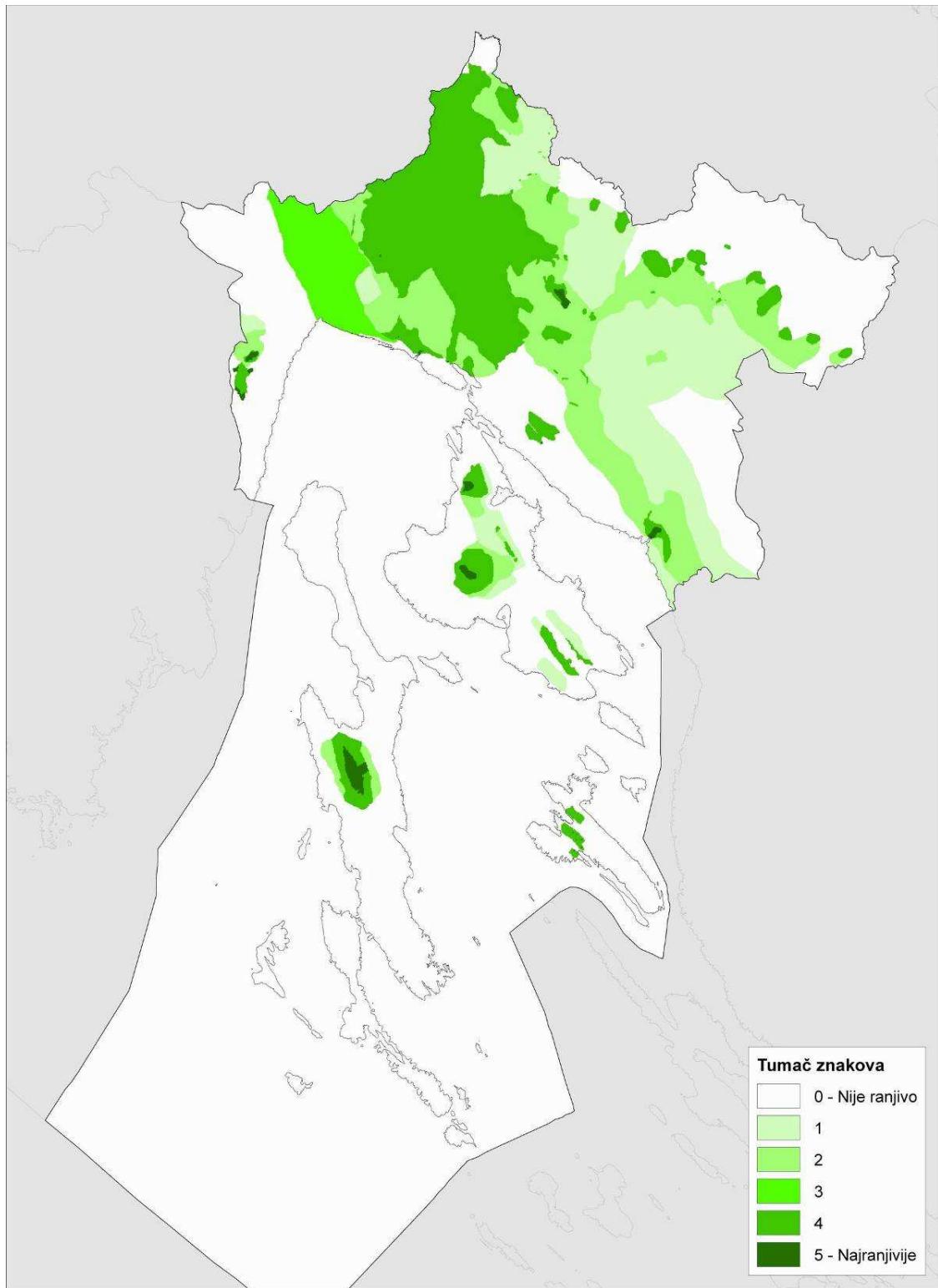
Slika 41. Karta ranjivosti prostora kao resursa za šumarstvo





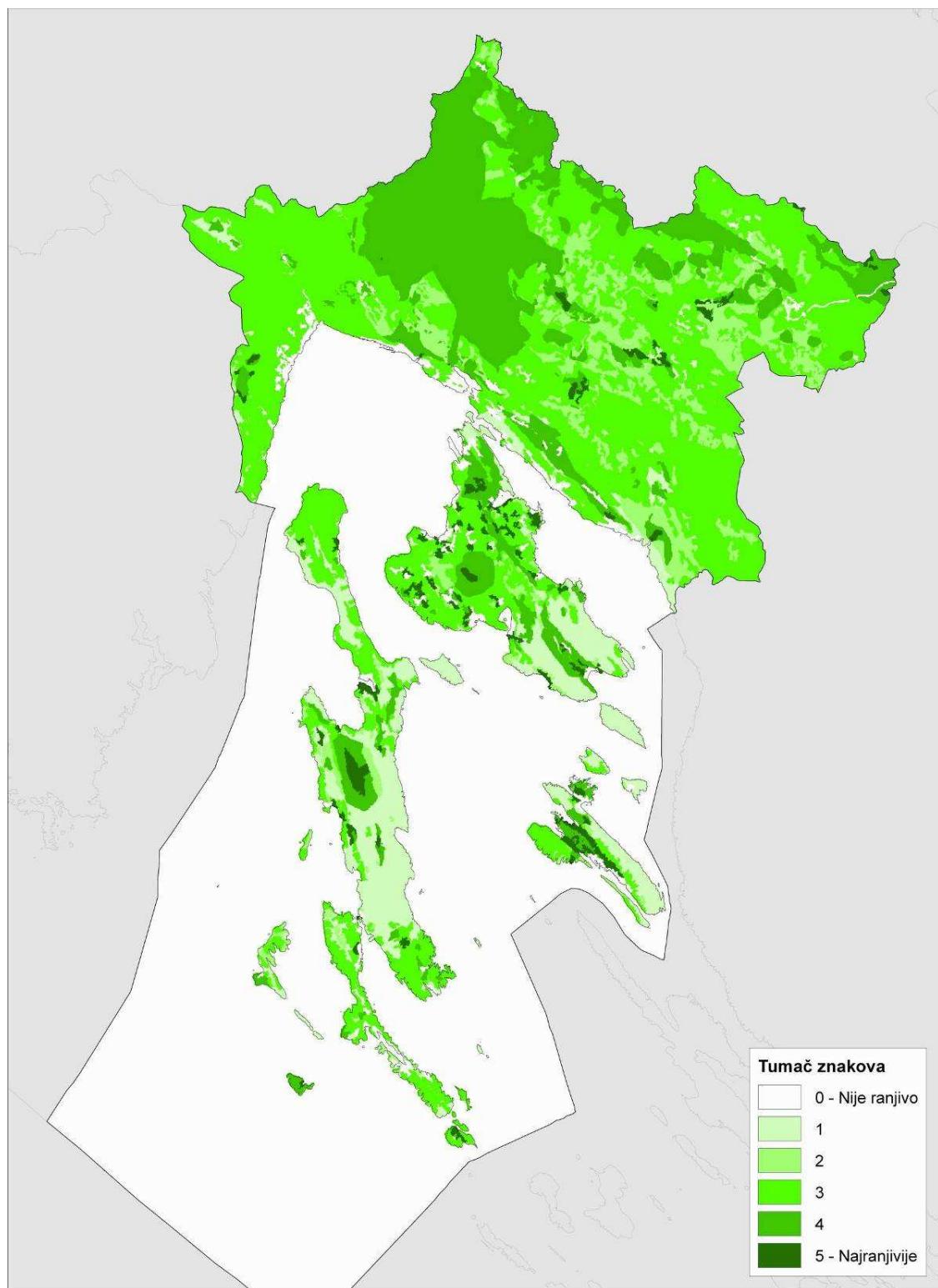
Slika 42. Karta ranjivosti prostora kao resursa za poljoprivredu





Slika 43. Karta ranjivosti prostora kao resursa za vodno gospodarstvo





Slika 44. Karta združenog modela ranjivosti prostora kao prirodnog resursa



### 5.5.3. Model ranjivosti – Zaštita čovjekovog okoliša

#### Podmodel I– Ranjivost kulturnih kvaliteta prostora

Tablica 24. Matrica ranjivosti kulturnih kvaliteta prostora

ZAŠTITA ČOVJEKOVOG OKOLIŠA	TEMATSKE KARTA	PROSTORNI PODATAK	OCJENA
RANJIVOST KULTURNIH KVALITETA	Kulturna baština	Registrirana područja (Arheološka zona ili lokalitet, Etno zona, Gradska naselja, Memorijalno područje, Seoska naselja)	5
		0-500 m	4
		500-1000 m	3
		1000 - 2000 m	2
		> 2000 m	1
		Registrirana područja (Arheološka zona ili spomenik, Etno zona i/ili spomenik, Gradska naselja, Memorijalno područje, Povijesna građevina, Seoska naselja)	
		0-100 m	5
		100-500 m	3
		> 500 m	1
		Evidentirana područja ((Arheološka zona ili lokalitet, Etno zona, Gradska naselja, Memorijalno područje, Seoska naselja))	3
		Evidentirana područja (Arheološka zona ili spomenik, Etno zona i/ili spomenik, Gradska naselja, Memorijalno područje, Povijesna građevina, Seoska naselja) - 100 m od pojave	3

#### Podmodel II– Ranjivost vizualnih kvaliteta (vizualna izloženost i vizualni potencijal)

Tablica 25. Matrica ranjivosti vizualnih kvaliteta prostora – vizualna izloženost

ZAŠTITA ČOVJEKOVOG OKOLIŠA	TEMATSKE KARTA	PROSTORNI PODATAK	OCJENA
RANJIVOST VIZUALNIH KVALITETA – VIZUALNA IZLOŽENOST	Prometnice	Autoceste, državne i županijske ceste	
		0-200 m	5
		200-500 m	4
		500-1000 m	3
		1000 - 1500 m	2
		> 1500 m	1
		Lokalne ceste	
	Korištenje zemljišta	0-200 m	5
		200-500 m	3
		> 500 m	1
		Naselja preko 1000 st. i sportsko rekreacijski objekti	
		0-500 m	5
		500-1000 m	4



	1000 - 1500 m	3
	1500 - 2000 m	2
	> 2000 m	1
	Naselja - do 1000 st.	
	0-200 m	5
	200-500 m	4
	500-1000 m	3
	1000 - 1500 m	2
	> 1500 m	1

**Tablica 26. Matrica ranjivosti vizualnih kvaliteta prostora – vizualni potencijal**

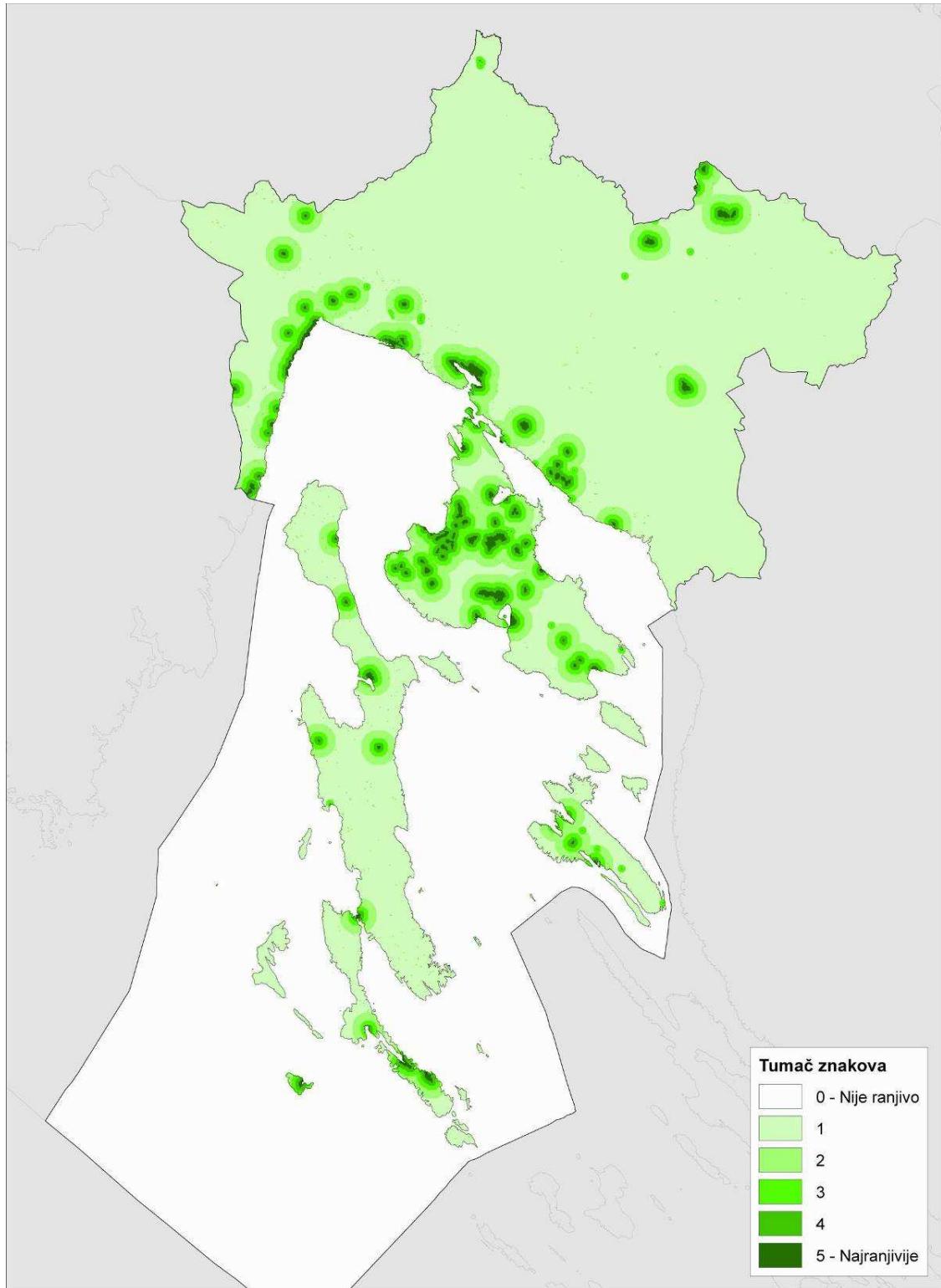
ZAŠTITA ČOVJEKOVOG OKOLIŠA	TEMATSKE KARTA	PROSTORNI PODATAK	OCJENA
RANJIVOST VIZUALNIH KVALITETA – VIZUALNI POTENCIJAL		Obalna linija	
		0-100 m	5
	Obala	100 - 500 m	4
		500-1000 m	3
		1000 - 2000 m	2
		> 2000 m	1
		Naseljena područja - preko 1000 st.	2
		Naseljena područja - do 1000 st.	3
		Industrijski ili poslovni prostori	1
		Aerodromi s pripadajućim zemljишtem	1
		Rudokopi	1
		Sportski i rekreativski objekti	2
		Navodnjavane poljoprivredne površine	3
		Vinogradi	4
		Maslinici	4
		Pašnjaci	3
		Mozaik različitih načina poljoprivrednog korištenja	5
		Poljoprivredne površine sa značajnim udjelom prirodne vegetacije	3
		Bjelogorična šuma	3
		Crnogorična šuma	3
		Mješovita šuma	4
		Prirodni travnjaci	2
		Grmolika vegetacija (kontinentalna)	2
		Sukcesija šume	2
		Sklerofilna vegetacija	2
		Plaže, dine, pijesci	5
		Ogoljele površine	2
		Područja s oskudnom vegetacijom	2
		Kopnene močvare	5
	Korištenje zemljišta	Rijeka, potok, jezero	
	Površinske vode	0-100 m	5



		100-500 m	3
		> 500 m	1
Reljef	Kanjoni, duboko urezani potoci	4	
	padine	3	
	ravnice	1	
	grebeni, vrhovi	5	

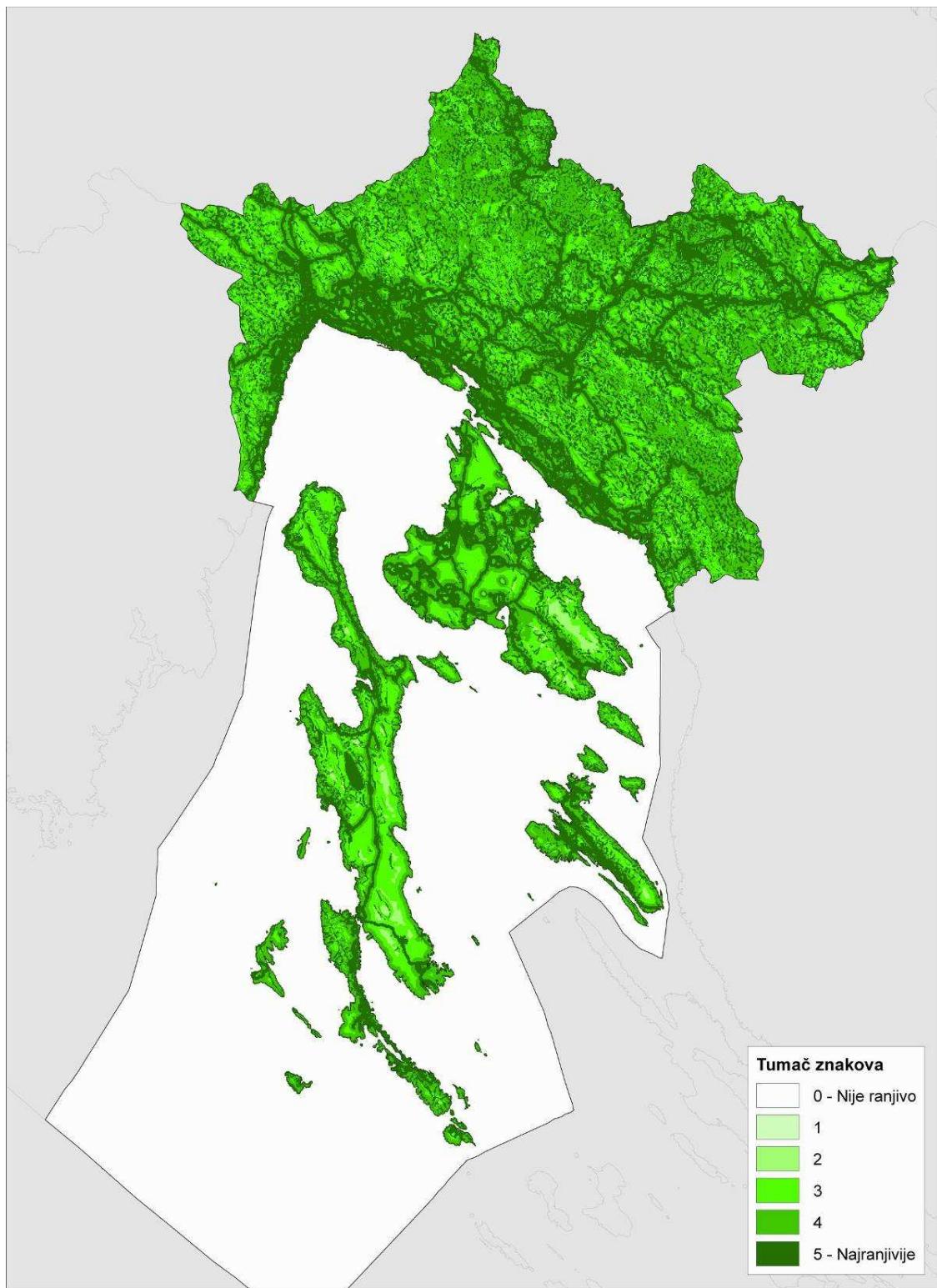
Podaci su spojeni po pravilu prijenosa najviše vrijednosti (pravilo maksimuma).





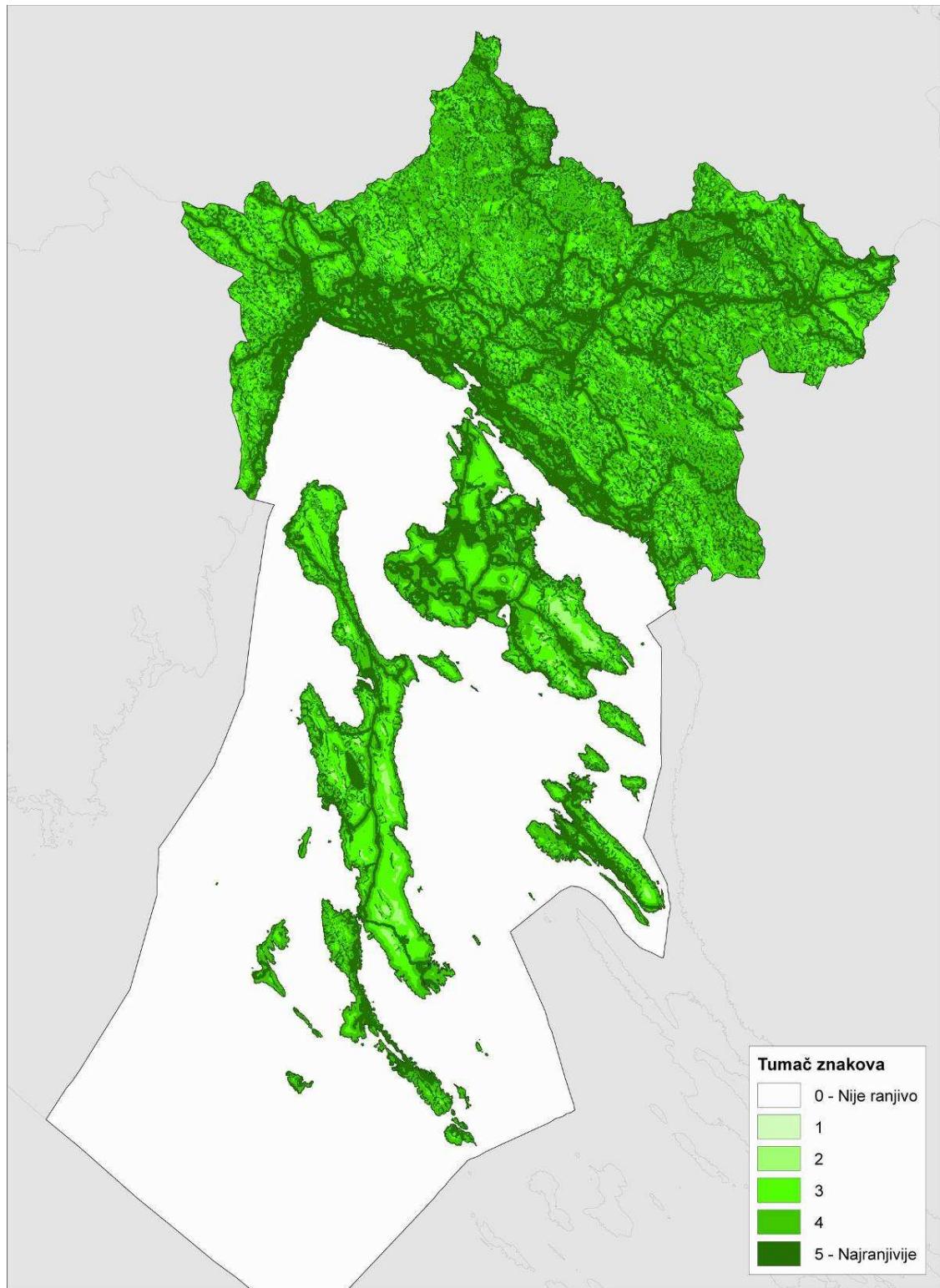
Slika 45. Karta ranjivosti kulturnih kvaliteta prostora





Slika 46. Karta ranjivosti vizualnih kvaliteta prostora





Slika 47. Karta združenog modela ranjivosti čovjekovog okoliša



#### 5.5.4. Rezultat - združeni model ranjivosti

Združeni model ranjivosti za smještaj sunčanih elektrana dobiven je spajanjem (podaci su spojeni po pravilu prijenosa najviše vrijednosti) svih prethodno opisanih podmodela ranjivosti prostora.

Raspodjela ocjena ranjivosti je vidljiva u Tablici 27. Od ukupne površine obuhvata, oko 49% je procijenjeno najranjivijim (ocjena 5), oko 37% površine visoko ranjivim (ocjena 4), a oko 14% ranjivim za smještaj sunčanih elektrana.

**Tablica 27.** Raspodjela ocjena modela ranjivosti za izgradnju sunčanih elektrana

Ocjene privlačnosti	Broj piksela	% od ukupne površine
1 – najmanje ranjiv prostor	0	0
2	2130	0,58
3	50763	13,86
4	134339	36,67
5 – najranjiviji prostor	179067	48,89
<i>Ukupna površina obuhvata: 366299 piksela</i>		

S obzirom da su kriteriji ranjivosti bili vrlo strogo postavljeni (uvijek se prenosila najviša vrijednost), dobiveno je relativno puno ranjivih površina. Iz karte ranjivosti za izgradnju sunčanih elektrana vidljivo je da je najviše najranjivijih površina zastupljeno na području Primorja, dok su u ostalim dijelovima Županije te površine ravnomjerno raspoređene. Nešto manje najranjivijih površina zastupljeno je na otoku Cresu (Karta 2.).

##### 5.5.4.1. Grafički prilog

**Karta 2.** Karta ranjivosti za izgradnju sunčanih elektrana (M : 200 000)

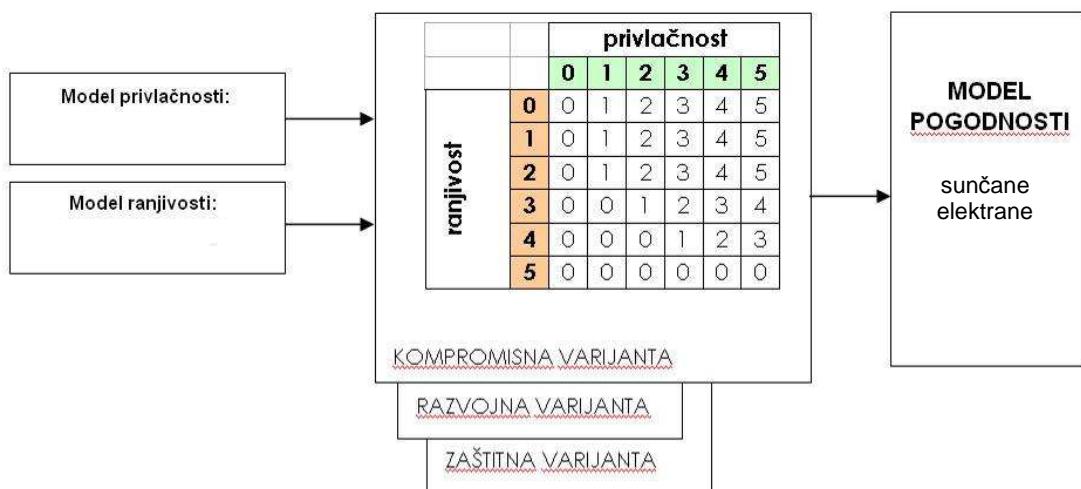


## 6. POGODNOST PROSTORA ZA SMJEŠTAJ SUNČANIH ELEKTRANA

### 6.1. METODOLOGIJA

Pogodnost se, u kontekstu smještaja određene djelatnosti na nekom području, može opisati kao mogućnost prostora za prihvatanje razvoja djelatnosti (i svega što ta djelatnost podrazumijeva) čija je optimizacija nastala analiziranjem zadanog područja, izradom modela privlačnosti i ranjivosti, te pronašlaskom kompromisa između ta dva oprečna modela.

Spajanjem gotovog modela privlačnosti i ranjivosti za određenu djelatnost preko vrijednosne matrice dobivamo model pogodnosti, kako je shematski prikazano na Slici 48.



**Slika 48.** Povezivanje modela ranjivosti i privlačnosti u konačni model pogodnosti za smještaj sunčanih elektrana. U razvojnoj varijanti u združenoj matrici veća se težina daje privlačnosti, dok se u zaštitnoj varijanti veća težina daje ranjivosti. Na slici su prikazane ocjene u združenoj matrici za kompromisnu varijantu.

Dvodimenzionalnom matricom interakcije (Slika 48.) dovode se u odnos (preklapaju) vrijednosti modela privlačnosti i ranjivosti, prateći logiku: što veća ocjena privlačnosti i manja ocjena ranjivosti, to veća pogodnost. Strogost kriterija kojim se pridodijeljuju ocjene pogodnosti unutar matrice neposredno utječe i na površinu dobivenog prostora. Stoga je poželjno stvaranje nekoliko podvarijanti, čime se omogućuje odabir odgovarajućeg modela u ovisnosti od dobivenih rezultata, u ovom primjeru kompromisne i razvojne varijante.



**Tablica 28.** Vrijednosne matrice modela pogodnosti

		privlačnost					
		0	1	2	3	4	5
ranjivost	0	0	2	3	4	5	5
	1	0	2	3	4	5	5
	2	0	1	2	3	4	5
	3	0	1	1	2	4	4
	4	0	0	1	2	3	3
	5	0	0	0	1	1	2

		privlačnost					
		0	1	2	3	4	5
ranjivost	0	0	2	3	4	5	5
	1	0	2	3	4	5	5
	2	0	2	2	4	5	5
	3	0	1	2	3	4	5
	4	0	1	1	2	3	4
	5	0	0	0	1	2	3

Kompromisna varijanta

Razvojna varijanta

Strogost kriterija kojim se pridodijeljuju ocjene pogodnosti unutar matrice neposredno utječe i na distribuciju pogodnog prostora. Stvaranjem nekoliko podvarijanti omogućuje se odabir odgovarajućeg modela u ovisnosti od dobivenih rezultata. Prikazane su dvije varijante vrijednosnih matrica – **razvojna** varijanta, s najmanje strogim kriterijima pri ocjenjivanju; te **kompromisna** varijanta, sa srednje strogim kriterijima pri ocjenjivanju koja predstavlja kompromis između zaštite i razvoja.

## 6.2. REZULTAT – MODEL POGODNOSTI (razvojni i kompromisni)

Kod kompromisne varijante najvećom ocjenom pogodnosti prostora za smještaj sunčanih elektrana vrednovano je 0,13 % ukupne površine obuhvata, dok se kod razvojne varijante to povećava na 1,45% ukupne površine prostora. To znači da je kod kompromisne varijante 477 ha (1 piksel = 1 ha) pogodnog prostora za smještaj sunčanih elektrana, dok je kod razvojne varijante riječ o 5 308 ha.

**Tablica 29.** Raspodjela ocjena modela pogodnosti za izgradnju sunčanih elektrana – kompromisna varijanta

Ocjene pogodnosti	Broj piksela	% od ukupne površine
0 – nije pogodan prostor	223048	60,89
1 – najmanje pogodan prostor	39417	10,76
2 – slabo pogodan prostor	67869	18,53
3 – pogodan prostor	21110	5,76
4 – vrlo pogodan prostor	14378	3,93
5 – najpogodniji prostor	477	0,13
<i>Ukupna površina obuhvata: 366299 piksela</i>		



**Tablica 30.** Raspodjela ocjena modela pogodnosti za izgradnju sunčanih elektrana – razvojna varijanta

Ocjene pogodnosti	Broj piksela	% od ukupne površine
<b>0 – nije pogodan prostor</b>	223048	60,89
<b>1 – najmanje pogodan prostor</b>	24045	6,56
<b>2 – slabo pogodan prostor</b>	52626	14,37
<b>3 – pogodan prostor</b>	45392	12,39
<b>4 – vrlo pogodan prostor</b>	15880	4,34
<b>5 – najpogodniji prostor</b>	5308	1,45
<i>Ukupna površina obuhvata: 366299 piksela</i>		

Iz karte pogodnosti – kompromisna varijanta vidljivo je da je najviše najpogodnijih površina zastupljeno na otoku Cresu, dok se po jedna javlja i na otocima Krku i Rabu (Karta 3.). Kod razvojne varijante puno je veći broj najpogodnijih površina. I dalje je njihova najveća zastupljenost na otoku Cresu, ali javlja se nekolicina i na otocima Krku, Rabu i Lošinju. Kod razvojne varijante nekoliko pogodnih površina javlja se u blizini Vinodolske udoline, te nekoliko sjeverno od grada Rijeke prema granici s Slovenijom (Karta 4.).

### 6.2.1. Grafički prilog

**Karta 3.** Karta pogodnosti prostora za izgradnju sunčanih elektrana - kompromisna varijanta (M : 200 000)

**Karta 4.** Karta pogodnosti prostora za izgradnju sunčanih elektrana - razvojna varijanta (M : 200 000)



## 7. PROVJERA DOBIVENIH PODATAKA NA KONKRETNIM LOKACIJAMA

### 7.1. METODOLOGIJA

Izradom modela pogodnosti (kompromisna i razvojna varijanta) prostora dobivene su potencijalne lokacije za smještaj sunčanih elektrana. Napravljena je detaljna analiza prostorno planske dokumentacije, da se utvrdi da li su potencijalne lokacije u koliziji s Prostornim planom definiranim Korištenjem i namjenom prostora i Uvjetima zaštite. Lokacije dobivene kompromisnom varijantom se sve nalaze na površinama ostalog poljoprivrednog tla, šuma i šumskog zemljišta, te na površinama gospodarskih šuma. Niti jedna se ne nalazi, u zakonom zaštićenim, niti predloženim za zaštitu područjima i lokalitetima (prirodna i kulturna baština), vrijednom poljoprivrednom tlu, niti vodozaštitnoj zoni. Kod lokacija dobivenih razvojnom varijantom neke lokacije su eliminirane zbog svoga smještaja na vrijednom poljoprivrednom tlu (karta boniteta zemljišta nije bila dovoljno detaljna), području predloženom za zaštitu ili na području vrijednog kulturnog, poljodjeljskog krajobraza. Određene lokacije su bile u koliziji s Prostornim planom definiranim Korištenjem i namjenom prostora (jedna lokacija na otoku Rabu upala je u prostor športsko rekreacijske namjene, a druga na prostor predviđen za aerodrom).

Važno je istaknuti da je metodologija kojom je izrađena ova studija omogućila istovremeno 1) sustavnu, 2) vrlo detaljnu i 3) sveobuhvatnu prostornu analizu cijelokupne površine Primorsko-goranske županije, čega je logična posljedica da je općenito detektiran značajan broj potencijalno povoljnih lokacija, što je posebno izraženo u razvojnoj varijanti gdje su selekcijski kriteriji zaštite prostora blaže postavljeni.

Stoga je obilazak terena (s obzirom na vremenski i finansijski okvir studije) uključio samo lokacije iz kompromisne varijante, koje su u nastavku detaljnije opisane i rangirane. S obzirom da to *a priori* ne znači kako su potencijalne lokacije dobivene razvojnom varijantom manje pogodne za smještaj sunčanih elektrana,, može se očekivati da bi i među tim lokacijama moglo biti onih koje bi nakon detaljnije analize vrijedilo uvrstiti u Županijski prostorni plan. U tom smislu se analiza odabranih lokacija prikazanih u ovoj studiji može shvatiti kao pokazni primjer.

Uži izbor potencijalnih lokacija (15 lokacija) analiziran je kroz provjeru dobivenih podataka primjenom matrica uz pomoću kojih su se vrednovale i u konačnici rangirale lokacije. Svaka matrica sadrži kriterije za privlačnost i ranjivost prostora, te njihove ocjene, s tim da su ocjene kriterija privlačnosti umnožene sa vrijednošću dodijeljenog težinskog faktora. Rezultati vrednovanja prikazani su odvojeno, tako da je najbolje rangirana lokacija ona s najvišom ocjenom privlačnosti i najmanjom ocjenom ranjivosti. Ukoliko se dodijeljena ocjena razlikovala od stanja vrednovanog kriterija utvrđenog obilaskom terena u obzir je uzeta nova ocjena koja odgovara stvarnom stanju na terenu. Do ovih razlika je došlo zbog ulaznih podataka različitih



razina detaljnosti i točnosti dobivenih od trećih strana (primjer je podloga „CORINE Landcover 2006“ (CLC) za RH, kod koje najmanja kartirana površina iznosi 25 ha, karta Boniteta tla u mjerilu 1: 200 000, itd. ). Potrebno je napomenuti da su sve potencijalne lokacije iz užeg izbora, rezultat prethodno napravljene multikriterijalne analize, odnosno da je riječ o visoko privlačnim i malo ranjivim prostorima tako da su razlike u konačnim ocjenama između lokacija minimalne.

### 7.1.1. Grafički prilog

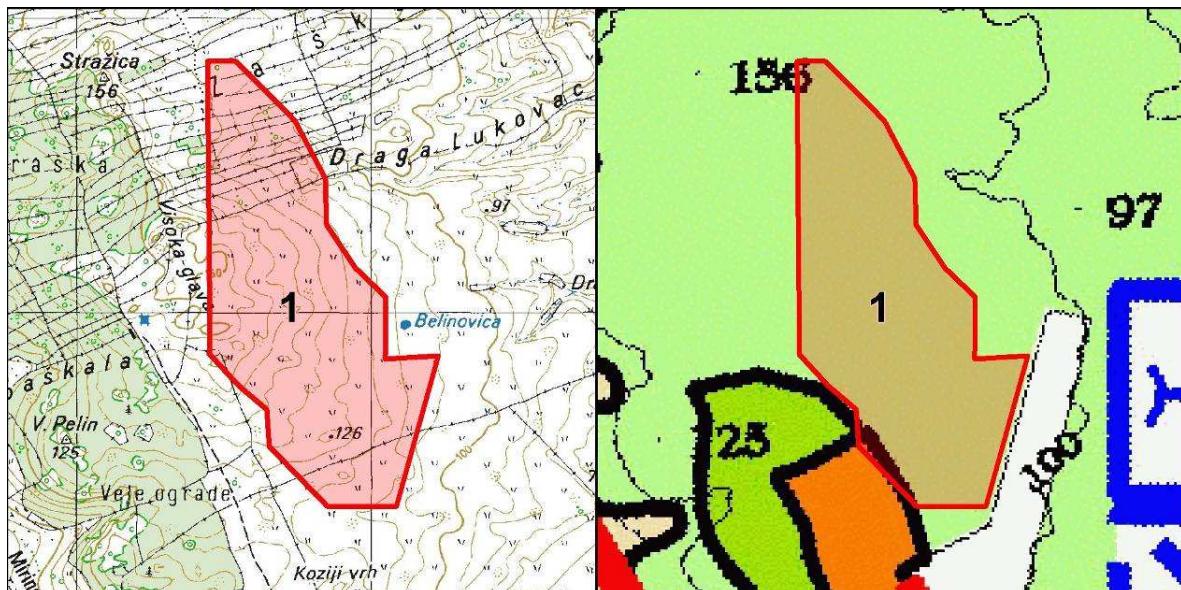
**Karta 5.** Karta potencijalnih lokacija za izgradnju sunčanih elektrana (M : 200 000)

**Karta 6.** Karta potencijalnih lokacija za izgradnju sunčanih elektrana – kompromisna varijanta (M : 100 000)



## 7.2. ANALIZA LOKACIJA U UŽEM IZBORU

### 7.2.1. Lokacija Rab – Belinovica (br. 1)



Slika 49. Područje lokacije Belinovica na otoku Rabu na topografskoj karti u mjerilu 1: 25000 (lijevo) i na karti Korištenje i namjena prostora iz Prostornog plana PGŽ (desno).



Slika 50. Područje lokacije Belinovica na otoku Rabu.

Lokacija je smještena na krajnjem južnom dijelu otoka Raba, na zaravnjenom prostoru prekrivenom oskudnom vegetacijom koji se koristi za ispašu ovaca. Nadmorska visina na lokaciji se kreće između 140 i 110 m.n.v.. Prostor obuhvata iznosi 66 ha i svojim većim dijelom se prostire državnim zemljištem. Prema karti Korištenja i namjene prostora iz Prostornog plana PGŽ-e, prostor obuhvata ulazi u kategoriju ostalog poljoprivrednog tla, šume i šumskog



zemljišta. Odmah uz jugozapadnu granicu lokacije Planom korištenja i namjene prostora planirana je gradnja poslovno gospodarske zone, dok je uz jugoistočnu granicu planirana gradnja aerodroma. To je sa stanovišta prometne povezanosti i priključka na energetsku infrastrukturu veoma povoljno, jer bi se izgradila nova prometnica koja bi povezala sve tri površine i osigurao novi priključak na energetsku distribucijsku mrežu. Najbliža prometnica je državna cesta koja vodi do trajektne luke Mišnjak, dok odmah uz zapadni rub prostora obuhvata prolazi 110 kV dalekovod Rab-Novalja. Pošto u neposrednoj blizini lokacije ne prolazi niti jedan postojeći ni planirani vod srednje naponske mreže (10 – 35kV) potrebno je ispitati mogućnost priključka na postojeći 110 kV dalekovod. Uz istočni rub lokacije zabilježena je lokva Belinovica koja je predložena za zaštitu u kategoriji – Spomenik prirode lokva. Lokacija je u potpunosti zaklonjena od naseljenih područja otoka Raba koji su smješteni uz Barbatski kanal, a djelomično će biti vidljiva tek iz smjera trajektne luke. Najveća vizualna izloženost lokacije biti će iz smjera kopna, naselja Jablanac, Stinica i Šegote, te jadranske magistrale. Ograničavajući kriterij ove lokacije mogao bi biti vjetar, kojeg nismo uvrstili u multikriterijalnu analizu zbog nepostojanja podataka o njegovoj prostornoj razdiobi.

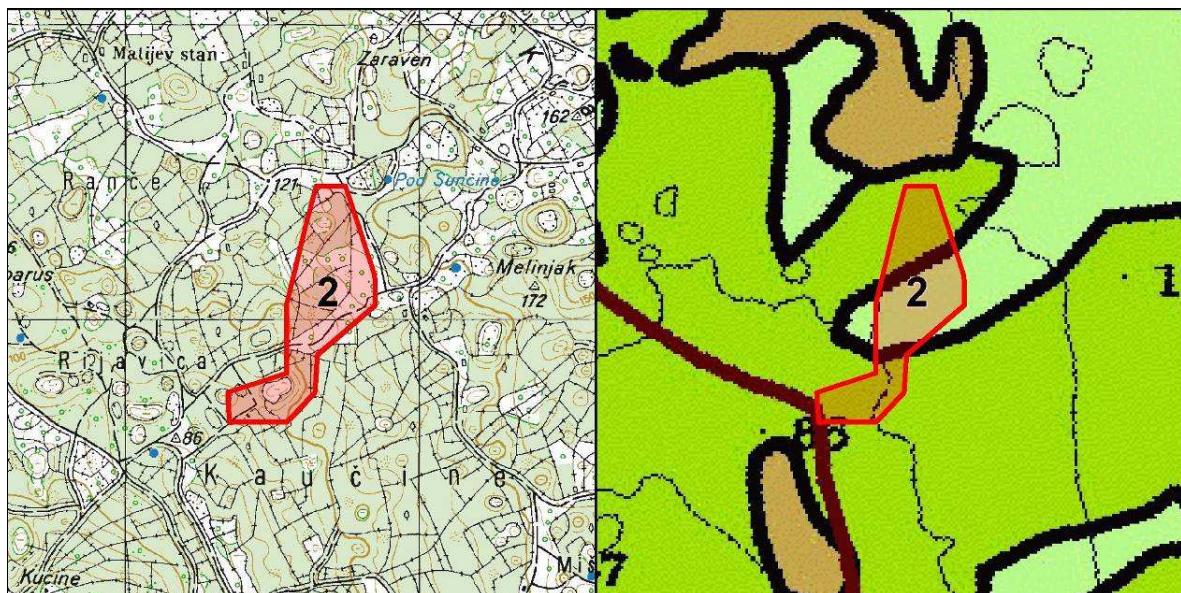
**Tablica 31. Matrica privlačnosti i ranjivosti za lokaciju Rab-Belinovica**

KRITERIJI PRIVLAČNOSTI	KOMENTARI	TEŽINSKI FAKTOR	OCJENE	TEŽINSKA SUMA
Potencijal Sunčevog zračenja		1	5	5
Povoljan teren za gradnju		1	5	5
Imovinsko-pravni odnosi	Veći dio površine je u državnom vlasništvu	0,3	5	1,5
Povoljna postojeća namjena prostora		0,6	5	3
Udaljenost od površinskih voda (rijeka, jezero, povremeni tok, potok)		0,4	5	2
Udaljenost od postojeće cestovne infrastrukture		0,5	3	1,5
Udaljenost od industrijskih i poslovnih prostora	Prostornim planom je planirana poslovna zona odmah uz lokaciju	0,2	1 (5)	1
Udaljenost od energetske infrastrukture (plinovod, naftovod, produktovod)		0,1	5	0,5
Udaljenost od energetske infrastrukture (SN srednjenaaponske mreže)	100 m od lokacije nalazi se 110 kV dalekovod	0,7	1 (5)	3,5
Udaljenost od energetske infrastrukture (transformatorskih postrojenja)	Izgradnjom poslovne zone sigurno će se izgraditi i transformatorsko postrojenje	0,9	1	0,9
				23,9
KRITERIJI RANJVOSTI	KOMENTARI	OCJENE	TEŽINSKA SUMA	
RANJVOST PRIRODNIH KVALITETA				
Ranjivost prirodnih kvaliteta	Na istočnoj granici nalazi se lokalitet predložen za zaštitu - Spomenik prirode lokva	1	1	
Ranjivost kopnene flore i faune		2	2	
ZASTITA PRIRODNIH RESURSA				



Ranjivost prostora kao resursa za šumarstvo		0	0
Ranjivost prostora kao resursa za poljoprivredu		1	1
Ranjivost prostora kao resursa za vodno gospodarstvo		0	0
<b>ZAŠTITA ČOVJEKOVOG OKOLIŠA</b>			
Ranjivost kulturnih kvaliteta		1	1
Ranjivost vizualnih kvaliteta		2	2
			<b>7</b>

## 7.2.2. Lokacija Krk – Rijavica (br.2)



**Slika 51.** Područje lokacije Rijavica na otoku Krku na topografskoj karti u mjerilu 1: 25000 (lijevo) i na karti Korištenje i namjena prostora iz Prostornog plana PGŽ (desno).





Slika 52. Područje lokacije Rijavica na otoku Krku.

Lokacija je smještena u središnjem dijelu otoka Krka, točno između naselja Vrbnik i Kornić. Smještena je na zaravnjenom prostoru kojeg karakterizira postojanje manjih vrtača (vidljivo iz topografske karte). Nadmorska visina na lokaciji se kreće između 140 i 160 m.n.v. Prostor obuhvata površinu od 16 ha. Iz satelitske snimke (Google Earth) vidljivo je da se prostor obuhvata prostire poljoprivrednim površinama sa značajnim udjelom prirodne vegetacije koje polako zarastaju u šikaru (sukcesija šume). Južni dio prostora obuhvata je već znatno zarastao, dok su u sjevernom dijelu još uvijek prisutne poljoprivredne površine. Dakle, stanje iz satelitske snimke i ono utvrđeno obilaskom terena ne odgovara korištenju zemljišta iz podloge „CORINE Landcover 2006“ (CLC) za RH, prema kojem se na prostoru obuhvata nalazio prirodni travnjak. Prema karti Korištenja i namjene prostora iz Prostornog plana PGŽ-e, prostor obuhvata ulazi u dvije kategorije; ostalo poljoprivredno tlo, šume i šumsko zemljište, te gospodarsku šumu. Do same lokacije vodi postojeći makadamski put, dok se najbliža prometnica, županijska cesta za grad Vrbnik, nalazi na udaljenosti od oko 1 km od predmetne lokacije. Najbliži dalekovodi nalaze se na udaljenosti od oko 1 kilometra. Riječ je 10(20) kV dalekovodu (Srednje naponska mreža) koji vodi do naselja Kampelje i 110 kV dalekovodu Krk-Dunat koji prolazi južno od lokacije. Uz istočni rub lokacije na udaljenostima od 100 i 300 m zabilježene su dvije lokve predložene za zaštitu u kategoriji – Spomenik prirode lokva. Lokacija je dobro zaklonjena od većine okolnih naselja, a djelomično će biti vidljiva iz naselja Garica i županijske ceste koja vodi do grada Vrbnika.

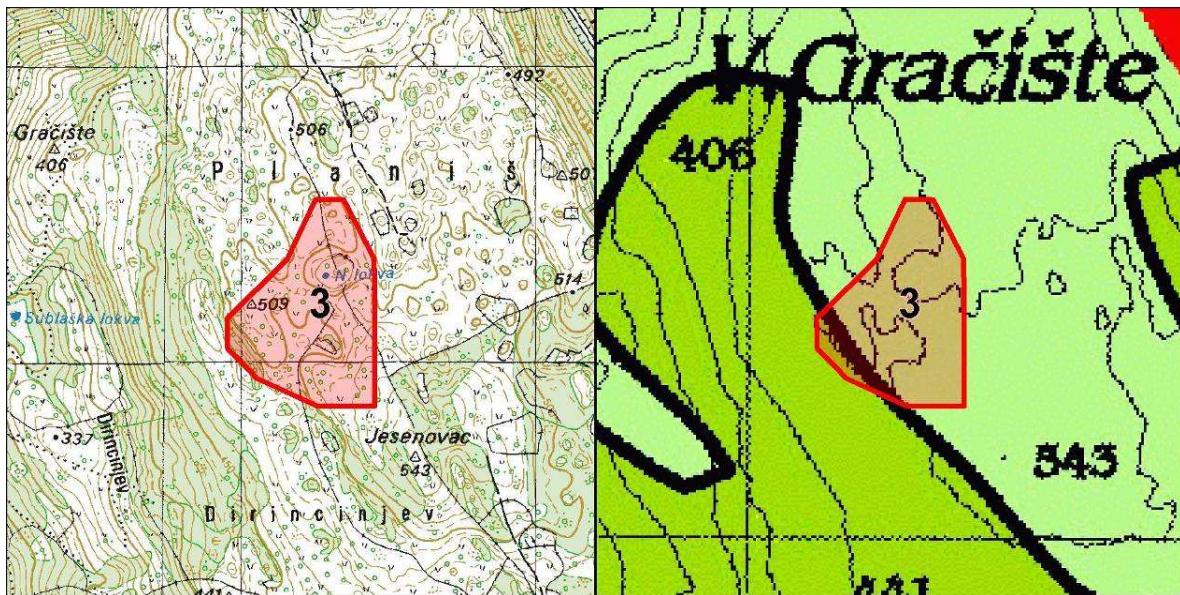


**Tablica 32. Matrica privlačnosti i ranjivosti za lokaciju Krk - Rijavica**

KRITERIJI PRIVLAČNOSTI	KOMENTARI	TEŽINSKI FAKTOR	OCJENE	TEŽINSKA SUMA
Potencijal Sunčevog zračenja		1	4	4
Povoljan teren za gradnju		1	5	5
Imovinsko-pravni odnosi		0,3	2	0,6
Povoljna postojeća namjena prostora	Terenskim obilaskom utvrđeno je da na području lokacije dominira sukcesija šume	0,6	5 (4)	2,4
Udaljenost od površinskih voda (rijeka, jezero, povremeni tok, potok)		0,4	5	2
Udaljenost od postojeće cestovne infrastrukture		0,5	3	1,5
Udaljenost od industrijskih i poslovnih prostora		0,2	1	0,2
Udaljenost od energetske infrastrukture (plinovod, naftovod, produktovod)		0,1	5	0,5
Udaljenost od energetske infrastrukture (SN srednjenaonske mreže)		0,7	3	2,1
Udaljenost od energetske infrastrukture (transformatorskih postrojenja)		0,9	3	2,7
				21
KRITERIJI RANJVOSTI	KOMENTARI	OCJENE	TEŽINSKA SUMA	
RANJVOST PRIRODNIH KVALITETA				
Ranjivost prirodnih kvaliteta	U blizini (oko 150 m i 300 m) se nalaze tri lokaliteta predložen za zaštitu - Spomenik prirode lokva	1	1	
Ranjivost kopnene flore i faune		2	2	
ZAŠTITA PRIRODNIH RESURSA				
Ranjivost prostora kao resursa za šumarstvo	Terenskim obilaskom utvrđeno je da na području lokacije dominira sukcesija šume	0 (1)	1	
Ranjivost prostora kao resursa za poljoprivredu		2	2	
Ranjivost prostora kao resursa za vodno gospodarstvo		1	1	
ZAŠTITA ČOVJEKOVOG OKOLIŠA				
Ranjivost kulturnih kvaliteta	U blizini se nalaze dvije Etno zone	2	2	
Ranjivost vizualnih kvaliteta		2	2	
				11



### 7.2.3. Lokacija Cres – Planiš (br.3)



**Slika 53.** Područje lokacije Planiš na otoku Cresu na topografskoj karti u mjerilu 1: 25000 (lijevo) i na karti Korištenje i namjena prostora iz Prostornog plana PGŽ (desno).

Lokacija je smještena u sjevernom dijelu otoka Cresa, na predjelu Planiš koji se nalazi 3 km južno od naselja Predošćica. Smještena je na zaravnjenom platou brdske formacije koja se proteže između dva vrha Gračišta (562 m.n.v.) i Jesenovac (543 m.n.v.), na nadmorskoj visini od oko 530 m.n.v.. Područje karakterizira kamenjar prekriven oskudnom vegetacijom, te prisutnost manjih vrtača (vidljivo iz topografske karte). Lokacija zauzima površinu od 24 ha i prostire se državnim zemljištem. Prema karti Korištenja i namjene prostora iz Prostornog plana PGŽ-e, prostor obuhvata svojim većim dijelom ulazi u kategoriju ostalog poljoprivrednog tla, šume i šumskog zemljišta, a tek manjim u kategoriju gospodarske šume. Sama lokacija je jako nepristupačna jer ne postoji nikakav makadamski put koji bi je povezao sa najbližom prometnicom, državnom cestom, udaljenom oko 1 kilometra od predmetne lokacije. Najbliži dalekovod i trafostanica nalaze se također na udaljenosti od oko 1 kilometra. Riječ je 20 kV dalekovodu (Srednje naponska mreža) koji prati državnu cestu. Nešto bliže predmetnoj lokaciji (na udaljenosti od 600 m) u planu je izgradnja 110 kV dalekovoda. Uz istočni rub lokacije na udaljenosti od oko 100 m nalazi se lokva predložena za zaštitu u kategoriji – Spomenik prirode lokva. Lokacija je zbog svoga izoliranog položaja na vrhu brda, i velike udaljenosti od naselja jako dobro zaklonjena od pogleda. Tek bi djelomično mogla biti vidljiva iz smjera mora. Zbog svoje nepristupačnosti nije bilo moguće obaviti terenski obilazak ove lokacije. Cijeli opis lokacije rezultat je interpretacije topografske karte u mjerilu 1:25 000, satelitske snimke, te podataka korištenih u multikriterijalnoj analizi. Najveći ograničavajući kriterij ove lokacije je njegova nepristupačnost.

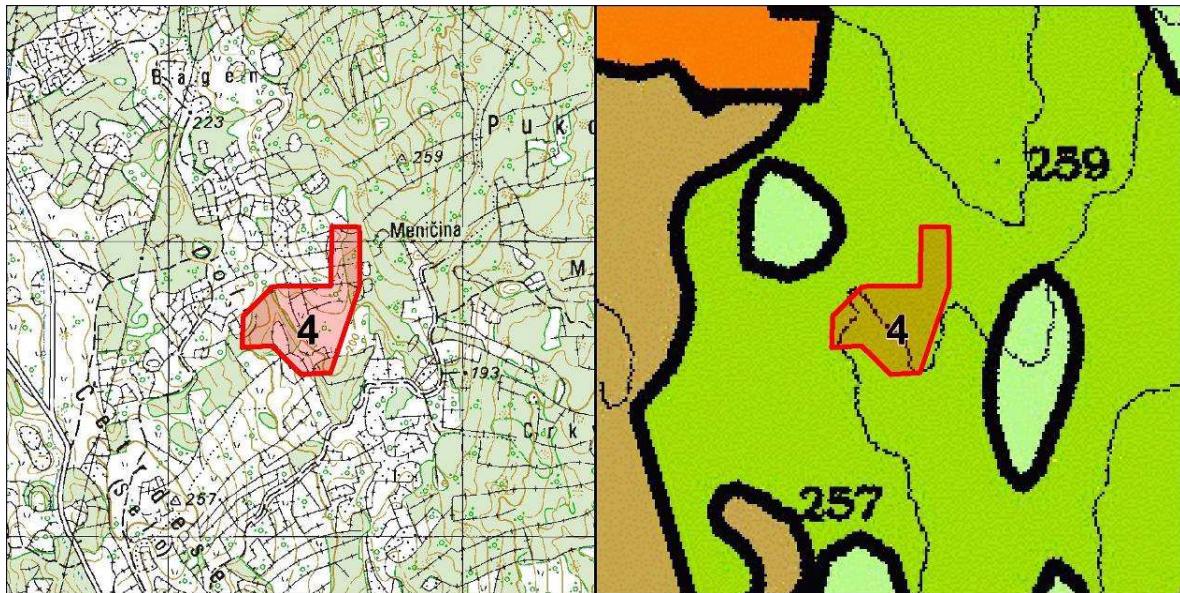


**Tablica 33. Matrica privlačnosti i ranjivosti za lokaciju Cres - Planš**

KRITERIJI PRIVLAČNOSTI	KOMENTARI	TEŽINSKI FAKTOR	OCJENE	TEŽINSKA SUMA
Potencijal Sunčevog zračenja		1	5	5
Povoljan teren za gradnju		1	5	5
Imovinsko-pravni odnosi		0,3	5	1,5
Povoljna postojeća namjena prostora		0,6	5	3
Udaljenost od površinskih voda (rijeka, jezero, povremeni tok, potok)		0,4	5	2
Udaljenost od postojeće cestovne infrastrukture		0,5	3	1,5
Udaljenost od industrijskih i poslovnih prostora		0,2	1	0,2
Udaljenost od energetske infrastrukture (plinovod, naftovod, produktovod)		0,1	5	0,5
Udaljenost od energetske infrastrukture (SN srednjenaonske mreže)		0,7	3	2,1
Udaljenost od energetske infrastrukture (transformatorskih postrojenja)	Jedan dio ima ocjenu 2 (1500 do 2000 m)	0,9	3	2,7
				<b>23,5</b>
KRITERIJI RANJVOSTI	KOMENTARI		OCJENE	TEŽINSKA SUMA
RANJVOST PRIRODNIH KVALITETA				
Ranjivost prirodnih kvaliteta	U blizini (oko 100 m) se nalazi lokalitet predložen za zaštitu - Spomenik prirode lokva		1	1
Ranjivost kopnene flore I faune			2	2
ZAŠTITA PRIRODNIH RESURSA				
Ranjivost prostora kao resursa za šumarstvo			0	0
Ranjivost prostora kao resursa za poljoprivredu			1	1
Ranjivost prostora kao resursa za vodno gospodarstvo			0	0
ZAŠTITA ČOVJEKOVOG OKOLIŠA				
Ranjivost kulturnih kvaliteta			1	1
Ranjivost vizualnih kvaliteta			2	2
				<b>7</b>



#### 7.2.4. Lokacija Cres – Orlec (br.4)



Slika 54. Područje lokacije Orlec na otoku Cresu na topografskoj karti u mjerilu 1: 25000 (lijevo) i na karti Korištenje i namjena prostora iz Prostornog plana PGŽ (desno).



Slika 55. Područje lokacije Orlec na otoku Cresu.

Lokacija je smještena u središnjem dijelu otoka Cresa, sjeverno od naselja Orlec (na udaljenosti od 1.5 km). Smještena je na zaravnjenom prostoru blage udoline, na nadmorskoj visini od oko 250 m.n.v.. Prostor obuhvata obuhvaća površinu od 10 ha koja spada pod zemljiste u privatnom vlasništvu. Iz satelitske snimke (Google Earth) vidljivo je da se prostor obuhvata prostire poljoprivrednim površinama sa značajnim udjelom prirodne vegetacije koje polako zarastaju u šikaru (sukcesija šume). Zapadni dio prostora obuhvata je već znatno zarastao, dok



su istočnom dijelu još uvijek vidljive poljoprivredne površine. Dakle, mogli bi ustvrditi da stanje iz satelitske snimke i ono utvrđeno obilaskom terena odgovara korištenju zemljišta iz podloge „CORINE Landcover 2006“ (CLC) za RH, prema kojem se na prostoru obuhvata nalazi sukcesija šume. Prema karti Korištenja i namjene prostora iz Prostornog plana PGŽ-e, prostor obuhvata ulazi u kategoriju gospodarske šume. Do same lokacije vodi postojeći makadamski put, dok je najbliža prometnica lokalna cesta za naselje Orlec, na udaljenosti od oko 700 m od predmetne lokacije. Lokacija je smještena jako blizu elektroenergetske mreže, naime najbliži 35 kV dalekovod nalazi se na udaljenosti od oko 300 m, a trafostanica na udaljenosti od 1200 m. S zapadne strane prostora obuhvata, na udaljenosti od 100 m prolazi i jedan 110 kV dalekovod, a između njega i prostora obuhvata u planu je izgradnja još jednog 110 kV dalekovoda. Lokacija je dobro zaklonjena od većine okolnih naselja, ali će zato biti vidljiva s državne ceste i lokalne ceste za Orlec.

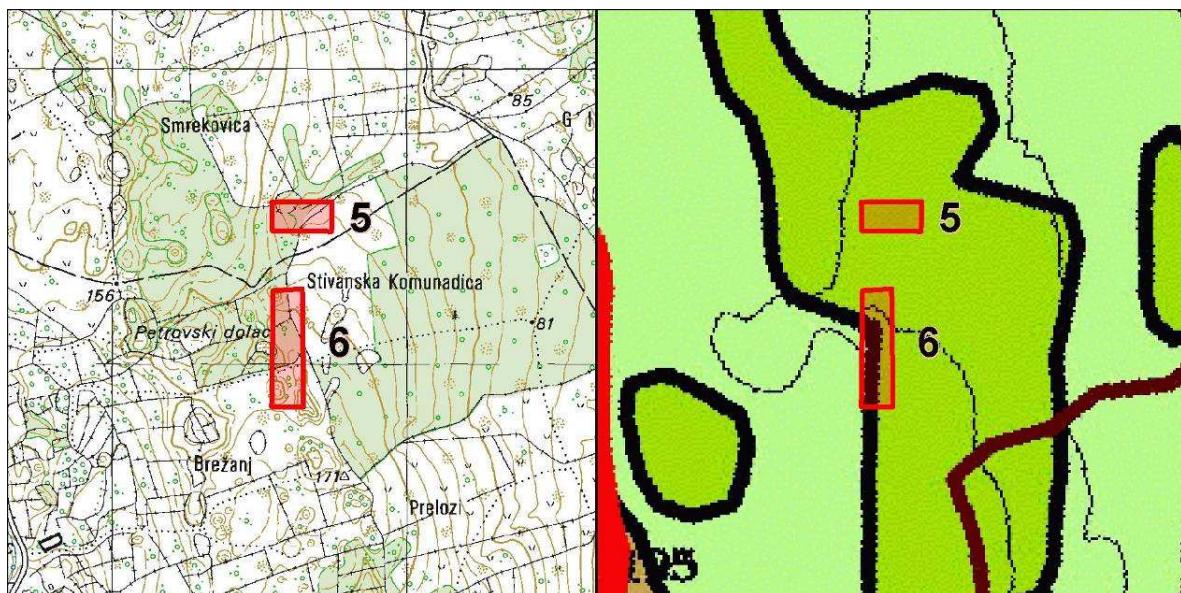
**Tablica 34. Matrica privlačnosti i ranjivosti za lokaciju Cres - Orlec**

KRITERIJI PRIVLAČNOSTI	KOMENTARI	TEŽINSKI FAKTOR	OCJENE	TEŽINSKA SUMA
Potencijal Sunčevog zračenja		1	5	5
Povoljan teren za gradnju		1	5	5
Imovinsko-pravni odnosi		0,3	2	0,6
Povoljna postojeća namjena prostora		0,6	4	2,4
Udaljenost od površinskih voda (rijeka, jezero, povremeni tok, potok)		0,4	5	2
Udaljenost od postojeće cestovne infrastrukture	Jedan dio ima ocjenu 3 (1000 do 1500 m)	0,5	4	2
Udaljenost od industrijskih i poslovnih prostora		0,2	1	0,2
Udaljenost od energetske infrastrukture (plinovod, naftovod, produktovod)		0,1	5	0,5
Udaljenost od energetske infrastrukture (SN srednjenaonske mreže)		0,7	4	2,8
Udaljenost od energetske infrastrukture (transformatorskih postrojenja)		0,9	3	2,7
				23,2
KRITERIJI RANJVOSTI	KOMENTARI	OCJENE	TEŽINSKA SUMA	
RANJVOST PRIRODNIH KVALITETA				
Ranjivost prirodnih kvaliteta		1	1	
Ranjivost kopnene flore i faune		2	2	
ZAŠTITA PRIRODNIH RESURSA				
Ranjivost prostora kao resursa za šumarstvo		1	1	
Ranjivost prostora kao resursa za poljoprivredu		1	1	



Ranjivost prostora kao resursa za vodno gospodarstvo		0	0
<b>ZAŠTITA ČOVJEKOVOG OKOLIŠA</b>			
Ranjivost kulturnih kvaliteta		2	2
Ranjivost vizualnih kvaliteta		2	2
		<b>9</b>	

### 7.2.5. Lokacija Cres – Hrasta 1 i Hrasta 2 (br.5 i 6)



Slika 56. Područje lokacija Hrasta 1 i Hrasta 2 na otoku Cresu na topografskoj karti u mjerilu 1: 25000 (lijevo) i na karti Korištenje i namjena prostora iz Prostornog plana PGŽ (desno).



Slika 57. Područje lokacije Hrasta 1 na otoku Cresu.





**Slika 58.** Područje lokacije Hrasta 2 na otoku Cresu.

Obadvije lokacije smještene su u središnjem dijelu otoka Cresa, između naselja Hrasta i Belej. Zbog relativno male međusobne udaljenosti (od oko 200 m) i sličnih prostornih karakteristika biti će zajedno opisane. Obadvije lokacije su smještene na zaravnjenom prostoru blago nagnutom prema istoku. Nadmorska visina na lokaciji Hrasta 1 varira između 160 i 170 m.n.v., dok se lokacija Hrasta 2 prostire na 175 m.n.v.. Lokacija Hrasta 1 zauzima površinu od 2 ha, a Hrasta 2 površinu od 4 ha. Obadvije lokacije se nalaze na državnom zemljištu. Iz satelitske snimke (Google Earth) vidljivo je da se obadva prostora obuhvata prostiru bivšim pašnjačkim površinama zaraslim u sklerofilnu vegetaciju (s dominacijom šmrike). Na mjestima manjih depresija gdje je došlo do akumulacije plodnog tla, već se razvila makija (sukcesija šume). Prema karti Korištenja i namjene prostora iz Prostornog plana PGŽ-e, obadva prostora obuhvata ulaze u kategoriju gospodarske šume. Do obadviju lokacija vodi postojeći makadamski put, dok je najbliža prometnica državna cesta, na udaljenosti od oko 1 km od predmetne lokacije. Najbliži 35 kV dalekovod nalazi se na udaljenosti od oko 1600 m od obadviju lokacija, dok je trafostanica nešto bliža lokaciji Hrasta 1 (na udaljenosti od oko 1600 m također). Obadvije lokacije su u potpunosti zaklonjene od okolnih naselja i prometnica, jedino bi lokacija Hrasta 1 mogla biti vidljiva iz smjera mora. Najveći ograničavajući kriterij obadviju lokacija je njihova malena površina i relativno velika udaljenost od električnog voda i trafostanice jer ako će se već graditi maleno postrojenje isplativije ga je graditi što bliže priključnoj točci. Ove dvije lokacije treba tretirati kao jednu, prostorno dislociranu lokaciju na kojoj bi se mogla izgraditi sunčana elektrana snage od oko 1 MW.



Tablica 35. Matrica privlačnosti i ranjivosti za lokaciju Cres – Hrasta 1

KRITERIJI PRIVLAČNOSTI	KOMENTARI	TEŽINSKI FAKTOR	OCJENE	TEŽINSKA SUMA
Potencijal Sunčevog zračenja		1	5	5
Povoljan teren za gradnju		1	5	5
Imovinsko-pravni odnosi		0,3	5	1,5
Povoljna postojeća namjena prostora		0,6	5	3
Udaljenost od površinskih voda (rijeka, jezero, povremeni tok, potok)		0,4	5	2
Udaljenost od postojeće cestovne infrastrukture	Terenskim obilaskom utvrđeno postojanje makadamskog puta	0,5	3 (4)	2
Udaljenost od industrijskih i poslovnih prostora		0,2	1	0,2
Udaljenost od energetske infrastrukture (plinovod, naftovod, produktovod)		0,1	5	0,5
Udaljenost od energetske infrastrukture (SN srednjenačapske mreže)		0,7	2	1,4
Udaljenost od energetske infrastrukture (transformatorskih postrojenja)		0,9	2	1,8
				21,9
KRITERIJI RANJVOSTI	KOMENTARI		OCJENE	TEŽINSKA SUMA
RANJVOST PRIRODNIH KVALITETA				
Ranjivost prirodnih kvaliteta			2	2
Ranjivost kopnene flore i faune			2	2
ZAŠTITA PRIRODNIH RESURSA				
Ranjivost prostora kao resursa za šumarstvo			0	0
Ranjivost prostora kao resursa za poljoprivredu			1	1
Ranjivost prostora kao resursa za vodno gospodarstvo			0	0
ZASTITA ČOVJEKOVOG OKOLIŠA				
Ranjivost kulturnih kvaliteta			1	1
Ranjivost vizualnih kvaliteta			2	2
				8

Tablica 36. Matrica privlačnosti i ranjivosti za lokaciju Cres – Hrasta 2

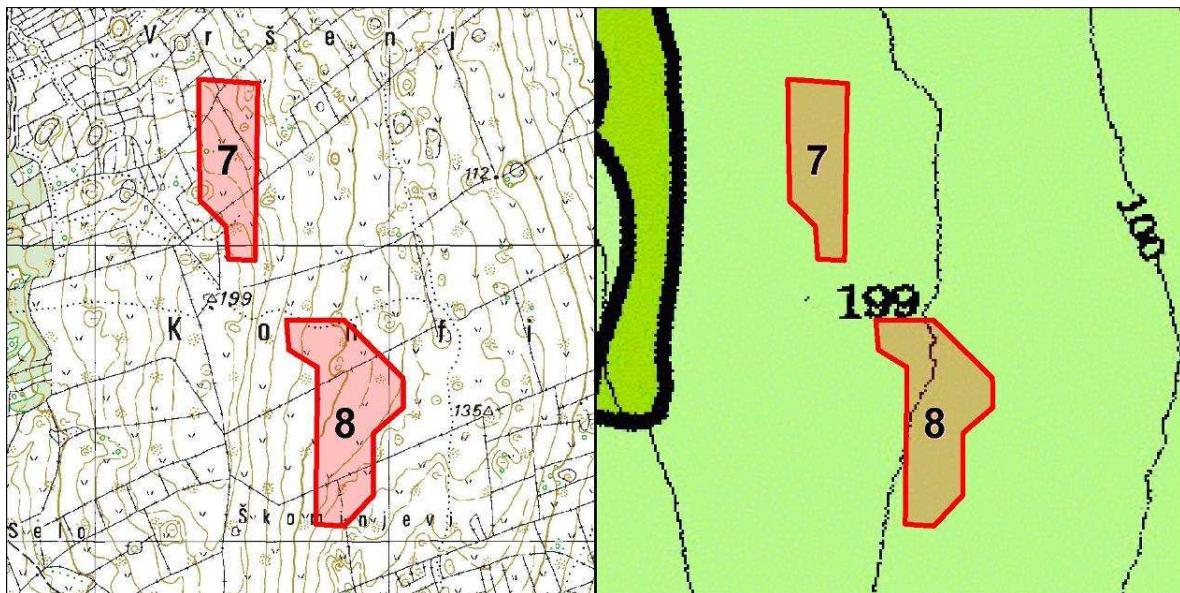
KRITERIJI PRIVLAČNOSTI	KOMENTARI	TEŽINSKI FAKTOR	OCJENE	TEŽINSKA SUMA
Potencijal Sunčevog zračenja		1	5	5
Povoljan teren za gradnju		1	5	5
Imovinsko-pravni odnosi		0,3	5	1,5
Povoljna postojeća namjena prostora		0,6	5	3
Udaljenost od površinskih voda (rijeka, jezero, povremeni tok, potok)		0,4	5	2



Udaljenost od postojeće cestovne infrastrukture	Terenskim obilaskom utvrđeno postojanje makadamskog puta	0,5	3 (4)	2
Udaljenost od industrijskih i poslovnih prostora		0,2	1	0,2
Udaljenost od energetske infrastrukture (plinovod, naftovod, produktovod)		0,1	5	0,5
Udaljenost od energetske infrastrukture (SN srednjenačunske mreže)		0,7	2	1,4
Udaljenost od energetske infrastrukture (transformatorskih postrojenja)		0,9	1	0,9
				21,5
KRITERIJI RANJIVOSTI	KOMENTARI		OCJENE	TEŽINSKA SUMA
<b>RANJIVOST PRIRODNIH KVALITETA</b>				
Ranjivost prirodnih kvaliteta			2	2
Ranjivost kopnene flore i faune			2	2
<b>ZAŠTITA PRIRODNIH RESURSA</b>				
Ranjivost prostora kao resursa za šumarstvo			0	0
Ranjivost prostora kao resursa za poljoprivredu			1	1
Ranjivost prostora kao resursa za vodno gospodarstvo			0	0
<b>ZAŠTITA ČOVJEKOVOG OKOLIŠA</b>				
Ranjivost kulturnih kvaliteta			1	1
Ranjivost vizualnih kvaliteta			2	2
				8



### 7.2.6. Lokacija Cres – Belej 1 i Belej 2 (br.7 i 8)



**Slika 59.** Područje lokacija Belej 1(br.7) i Belej 2 (br.8) na otoku Cresu na topografskoj karti u mjerilu 1: 25000 (lijevo) i na karti Korištenje i namjena prostora iz Prostornog plana PGŽ (desno).

Obadvije lokacije smještene su u središnjem dijelu otoka Cresa, između naselja Belej i Srem. Zbog relativno male međusobne udaljenosti (od oko 250 m) i sličnih prostornih karakteristika biti će zajedno opisane. Obadvije lokacije su smještene na zaravnjenom, gotovo ogoljelom prostoru, blago nagnutom prema istoku i moru. Nadmorska visina na lokaciji Belej 1 varira između 160 i 150 m.n.v., dok se lokacija Belej 2 prostire na nadmorskoj visini između 140 i 150 m. Lokacija Belej 1 zauzima površinu od 10 ha, a Belej 2 površinu od 15 ha. Obadvije lokacije se nalaze na privatnom zemljištu koje se intenzivno koristi kao pašnjak. Iz satelitske snimke (Google Earth) vidljivo je da se obadva prostora obuhvata prostiru pašnjačkim površinama, što znači da stanje iz satelitske snimke i ono utvrđeno obilaskom terena ne odgovara kategoriji korištenja zemljišta iz podloge „CORINE Landcover 2006“ (CLC) za RH, prema kojem se prostori obuhvata nalaze na području s oskudnom vegetacijom. Prema karti Korištenja i namjene prostora iz Prostornog plana PGŽ-e, obadva prostora obuhvata ulaze u kategoriju ostalog poljoprivrednog tla, šume i šumskog zemljišta. Obadvije lokacije su jako nepristupačne jer ne postoji nikakav makadamski put koji bi ih povezao sa najbližim prometnicama, državnom (udaljenom od oko 1 do 1.5 kilometra od predmetnih lokacija) i lokalnom cestom (udaljenom oko 800 m od lokacije Belej 2) koja vodi do naselja Srem i Plat. Najbliži 20 kV dalekovod nalazi se na udaljenosti od oko 1500 m od obadviju lokacija, dok je trafostanica nešto bliže lokaciji Belej 2 (na udaljenosti od oko 1000 m). Obadvije lokacije mada se nalaze relativno blizu naseljima Belej, Srem i Plat, u potpunosti su zaklonjene od istih, te okolnih prometnica. Zbog blage nagnutosti terena prema istoku i moru obadvije lokacije će biti vidljive s površine mora. Najveći ograničavajući kriteriji ovih lokacija su njihova nepristupačnost i



velika vizualna izloženost iz smjera mora, čime će biti znatno narušena krajobrazna slika obalnog dijela otoka Cresa. Zbog svoje nepristupačnosti prilikom terenskog obilaska nismo uspjeli doći do samih lokacija već su predmetni prostori fotografirani iz lokalne ceste koja vodi do naselja Plat.

**Tablica 37. Matrica privlačnosti i ranjivosti za lokaciju Cres – Belej 1**

KRITERIJI PRIVLAČNOSTI	KOMENTARI	TEŽINSKI FAKTOR	OCJENE	TEŽINSKA SUMA
Potencijal Sunčevog zračenja		1	5	5
Povoljan teren za gradnju		1	5	5
Imovinsko-pravni odnosi		0,3	1	0,3
Povoljna postojeća namjena prostora	Terenskim obilaskom je utvrđeno da se radi o pašnjačkoj površini	0,6	5 (4)	2,4
Udaljenost od površinskih voda (rijeka, jezero, povremeni tok, potok)		0,4	5	2
Udaljenost od postojeće cestovne infrastrukture		0,5	3	1,5
Udaljenost od industrijskih i poslovnih prostora		0,2	1	0,2
Udaljenost od energetske infrastrukture (plinovod, naftovod, produktovod)		0,1	5	0,5
Udaljenost od energetske infrastrukture (SN srednjenaonske mreže)		0,7	3	2,1
Udaljenost od energetske infrastrukture (transformatorskih postrojenja)		0,9	2	1,8
				<b>20,8</b>
KRITERIJI RANJVOSTI	KOMENTARI		OCJENE	TEŽINSKA SUMA
RANJVOST PRIRODNIH KVALITETA				
Ranjivost prirodnih kvaliteta			1	1
Ranjivost kopnene flore i faune			2	2
ZASTITA PRIRODNIH RESURSA				
Ranjivost prostora kao resursa za šumarstvo			0	0
Ranjivost prostora kao resursa za poljoprivredu			1	1
Ranjivost prostora kao resursa za vodno gospodarstvo			0	0
ZASTITA ČOVJEKOVOG OKOLIŠA				
Ranjivost kulturnih kvaliteta			1	1
Ranjivost vizualnih kvaliteta			2	2
				<b>7</b>

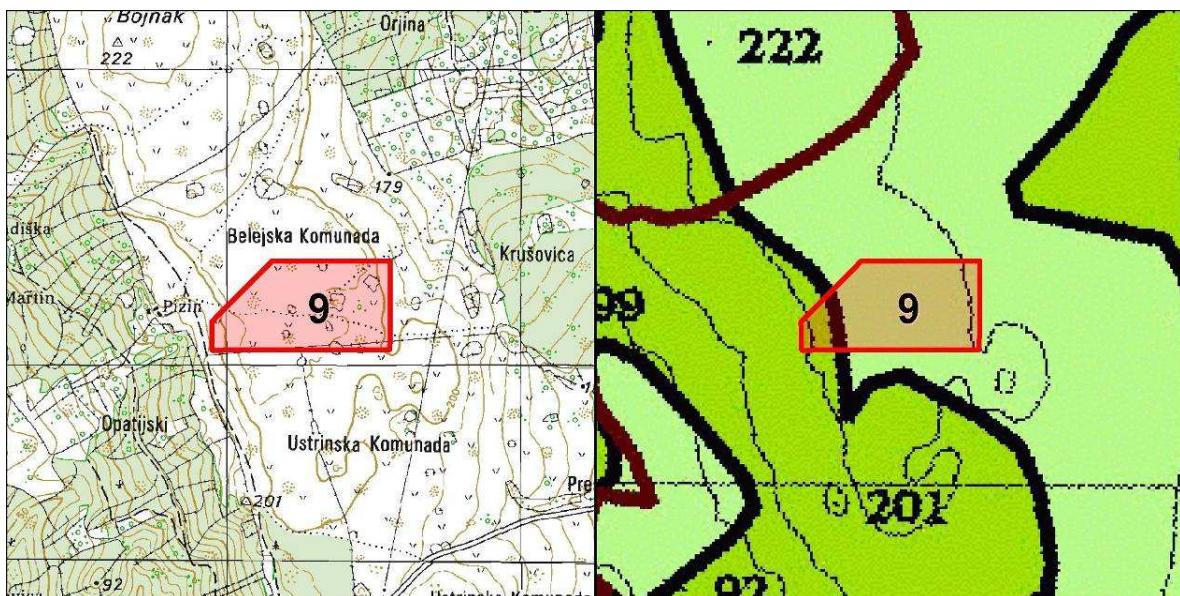


**Tablica 38. Matrica privlačnosti i ranjivosti za lokaciju Cres – Belej 2**

KRITERIJI PRIVLAČNOSTI	KOMENTARI	TEŽINSKI FAKTOR	OCJENE	TEŽINSKA SUMA
Potencijal Sunčevog zračenja		1	5	5
Povoljan teren za gradnju		1	5	5
Imovinsko-pravni odnosi		0,3	1	0,3
Povoljna postojeća namjena prostora		0,6	5 (4)	2,4
Udaljenost od površinskih voda (rijeka, jezero, povremeni tok, potok)		0,4	5	2
Udaljenost od postojeće cestovne infrastrukture		0,5	2	1
Udaljenost od industrijskih i poslovnih prostora		0,2	1	0,2
Udaljenost od energetske infrastrukture (plinovod, naftovod, produktovod)		0,1	5	0,5
Udaljenost od energetske infrastrukture (SN srednjenačiske mreže)		0,7	3	2,1
Udaljenost od energetske infrastrukture (transformatorskih postrojenja)		0,9	3	2,7
				21,2
KRITERIJI RANJVOSTI	KOMENTARI	OCJENE	TEŽINSKA SUMA	
RANJVOST PRIRODNIH KVALITETA				
Ranjivost prirodnih kvaliteta		1	1	
Ranjivost kopnene flore i faune		2	2	
ZAŠTITA PRIRODNIH RESURSA				
Ranjivost prostora kao resursa za šumarstvo		0	0	
Ranjivost prostora kao resursa za poljoprivredu		1	1	
Ranjivost prostora kao resursa za vodno gospodarstvo		0	0	
ZAŠTITA ČOVJEKOVOG OKOLIŠA				
Ranjivost kulturnih kvaliteta		1	1	
Ranjivost vizualnih kvaliteta		2	2	
				7



### 7.2.7. Lokacija Cres – Ustrine (br.9)



**Slika 60.** Područje lokacije Ustrine na otoku Cresu na topografskoj karti u mjerilu 1: 25000 (lijevo) i na karti Korištenje i namjena prostora iz Prostornog plana PGŽ (desno).



**Slika 61.** Područje lokacije Ustrine na otoku Cresu.

Lokacija je smještena sjeverno od naselja Ustrine po kojem je i dobila naziv. Smještena je na potpuno zaravnjenom platou, na nadmorskoj visini od oko 200 m.n.v.. Područje karakterizira kamenjar prekriven oskudnom vegetacijom, koji se djelomično koristi za ispašu ovaca. Lokacija zauzima površinu od 16 ha i svojim manjim dijelom se prostire državnim zemljištem. Prema karti Korištenja i namjene prostora iz Prostornog plana PGŽ-e, prostor obuhvata svojim većim dijelom ulazi u kategoriju ostalog poljoprivrednog tla, šume i šumskog zemljišta, a tek manjim u kategoriju gospodarske šume. Sama lokacija je veoma pristupačna jer osim lokalne prometnice koja vodi do naselja Ustrine i nalazi se na udaljenosti od oko 700 m, do same lokacije vodi postojeći makadamski put. Odmah uz jugoistočni rub lokacije prolaze dva dalekovoda, jedan od 35 kV, a drugi od 100 kV. Najbliža trafostanica nalazi se nešto dalje od predmetne lokacije , na udaljenosti od oko 1300 m. Lokacija je zbog svog smještaja na izrazito zaravnjenom i slabo



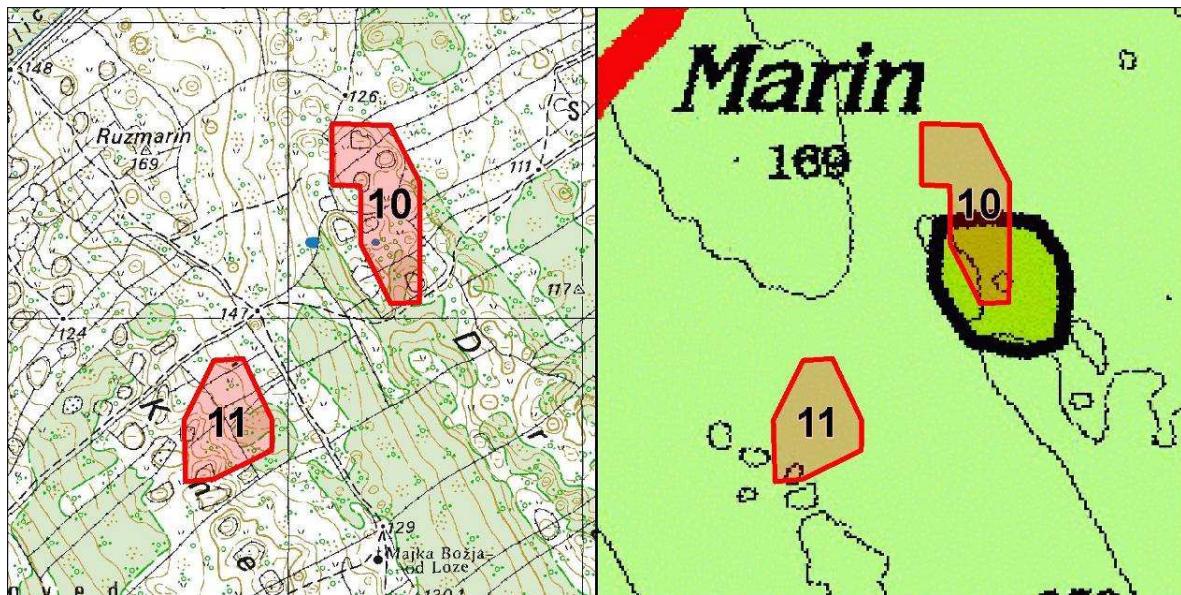
sagledivom prostoru jako dobro zaklonjena od pogleda. Tek će biti djelomično vidljiva iz smjera lokalne ceste.

**Tablica 39. Matrica privlačnosti i ranjivosti za lokaciju Cres – Ustrine**

KRITERIJI PRIVLAČNOSTI	KOMENTARI	TEŽINSKI FAKTOR	OCJENE	TEŽINSKA SUMA
Potencijal Sunčevog zračenja		1	5	5
Povoljan teren za gradnju		1	5	5
Imovinsko-pravni odnosi	Jedan dio je na državnom zemljištu	0,3	1	0,3
Povoljna postojeća namjena prostora		0,6	5	3
Udaljenost od površinskih voda (rijeka, jezero, povremeni tok, potok)		0,4	5	2
Udaljenost od postojeće cestovne infrastrukture	Kroz lokaciju prolazi široki makadamski put	0,5	4 (5)	2,5
Udaljenost od industrijskih i poslovnih prostora		0,2	1	0,2
Udaljenost od energetske infrastrukture (plinovod, naftovod, produktovod)		0,1	5	0,5
Udaljenost od energetske infrastrukture (SN srednjjenaponske mreže)	Manji dio je u ocjeni 4 (500 - 1000 m)	0,7	5	3,5
Udaljenost od energetske infrastrukture (transformatorskih postrojenja)		0,9	3	2,7
				24,7
KRITERIJI RANJVOSTI	KOMENTARI	OCJENE	TEŽINSKA SUMA	
RANJVOST PRIRODNIH KVALITETA				
Ranjivost prirodnih kvaliteta		1	1	
Ranjivost kopnene flore i faune		2	2	
ZAŠTITA PRIRODNIH RESURSA				
Ranjivost prostora kao resursa za šumarstvo		0	0	
Ranjivost prostora kao resursa za poljoprivredu		1	1	
Ranjivost prostora kao resursa za vodno gospodarstvo		0	0	
ZAŠTITA ČOVJEKOVOG OKOLIŠA				
Ranjivost kulturnih kvaliteta		1	1	
Ranjivost vizualnih kvaliteta		2	2	
				7



### 7.2.8. Lokacija Cres – Okladi 1 i Okladi 2 (br.10 i 11)



Slika 62. Područje lokacija Okladi 1(br.10) i Okladi 2(br.11) na otoku Cresu na topografskoj karti u mjerilu 1: 25000 (lijevo) i na karti Korištenje i namjena prostora iz Prostornog plana PGŽ (desno).



Slika 63. Područje lokacije Okladi 1 na otoku Cresu



Slika 64. Područje lokacije Okladi 2 na otoku Cresu



Obadvije lokacije smještene su u južnom dijelu otoka Cresa, između naselja Osor i Verin. Zbog relativno male međusobne udaljenosti (od oko 500 m) i sličnih prostornih karakteristika biti će zajedno opisane. Obadvije lokacije su smještene na blago zaravnjenom terenu kojeg karakterizira prisutnost manjih vrtača (vidljivo iz topografske karte). Nadmorska visina na lokaciji Okladi 1 varira između 130 i 140 m.n.v., dok se lokacija Okladi 2 prostire na nadmorskoj visini između 140 i 150 m. Lokacija Okladi 1 zauzima površinu od 12 ha, a Okladi 2 nešto manju od 9 ha. Obadvije lokacije se nalaze na privatnom zemljištu koje se nekad koristilo za ispašu ovaca, a danas je prepušteno sukcesiji, s tim da je lokacija Okladi 2 već dobrom dijelom zarašla u makiju (sukcesija šume), dok na lokaciji Okladi 1 još uvijek dominira sklerofilna vegetacija s dominacijom smrike. Uvidom u satelitske snimke (Google Earth), i obilaskom terena utvrđeno je da stanje na lokaciji Okladi 2 ne odgovara kategoriji korištenja zemljišta iz podloge „CORINE Landcover 2006“ (CLC) za RH, prema kojem se prostor obuhvata nalazi na području s sklerofilnom vegetacijom. Prema karti Korištenja i namjene prostora iz Prostornog plana PGŽ-e, prostor obuhvata Okladi 2 ulazi u kategoriju ostalog poljoprivrednog tla, šume i šumskog zemljišta, dok prostor obuhvata Okladi 1 uz navedenu kategoriju ulazi i u kategoriju gospodarske šume. Do obadviju lokacija vodi makadamski put, dok je najbliža prometnica državna cesta, na udaljenosti od oko 1 km od obadvije lokacije. Najbliži 35 kV i 20kV dalekovodi nalazi se na udaljenosti od oko 900 m od lokacije Okladi 2 i oko 1500 m od lokacije Okladi 1, dok je trafostanica također nešto bliža lokaciji Okladi 2 (na udaljenosti od oko 1000 m). Zbog svog smještaja na većoj udaljenosti od naseljenih područja i blage reljefne raščlanjenosti, vidljivost lokacija bi trebala biti minimalna. Lokacije će tek djelomično biti vidljive iz smjera državne ceste.

**Tablica 40. Matrica privlačnosti i ranjivosti za lokaciju Cres – Okladi 1**

KRITERIJI PRIVLAČNOSTI	KOMENTARI	TEŽINSKI FAKTOR	OCJENE	TEŽINSKA SUMA
Potencijal Sunčevog zračenja		1	5	5
Povoljan teren za gradnju		1	5	5
Imovinsko-pravni odnosi		0,3	2	0,6
Povoljna postojeća namjena prostora		0,6	5	3
Udaljenost od površinskih voda (rijeka, jezero, povremeni tok, potok)		0,4	5	2
Udaljenost od postojeće cestovne infrastruktura	Terenskim obilaskom utvrđeno postojanje makadamskog puta	0,5	3 (4)	2
Udaljenost od industrijskih i poslovnih prostora		0,2	1	0,2
Udaljenost od energetske infrastrukture (plinovod, naftovod, produktovod)		0,1	5	0,5
Udaljenost od energetske infrastrukture (SN srednjenaonske mreže)		0,7	3	2,1
Udaljenost od energetske infrastrukture (transformatorskih postrojenja)		0,9	2	1,8



KRITERIJI RANJVOSTI	KOMENTARI	OCJENE	TEŽINSKA SUMA
<b>RANJVOST PRIRODNIH KVALITETA</b>			<b>22,2</b>
Ranjivost prirodnih kvaliteta		1	1
Ranjivost kopnene flore i faune		2	2
<b>ZAŠTITA PRIRODNIH RESURSA</b>			
Ranjivost prostora kao resursa za šumarstvo		0	0
Ranjivost prostora kao resursa za poljoprivredu		1	1
Ranjivost prostora kao resursa za vodno gospodarstvo		0	0
<b>ZAŠTITA ČOVJEKOVOG OKOLIŠA</b>			
Ranjivost kulturnih kvaliteta		1	1
Ranjivost vizualnih kvaliteta		2	2
			<b>7</b>

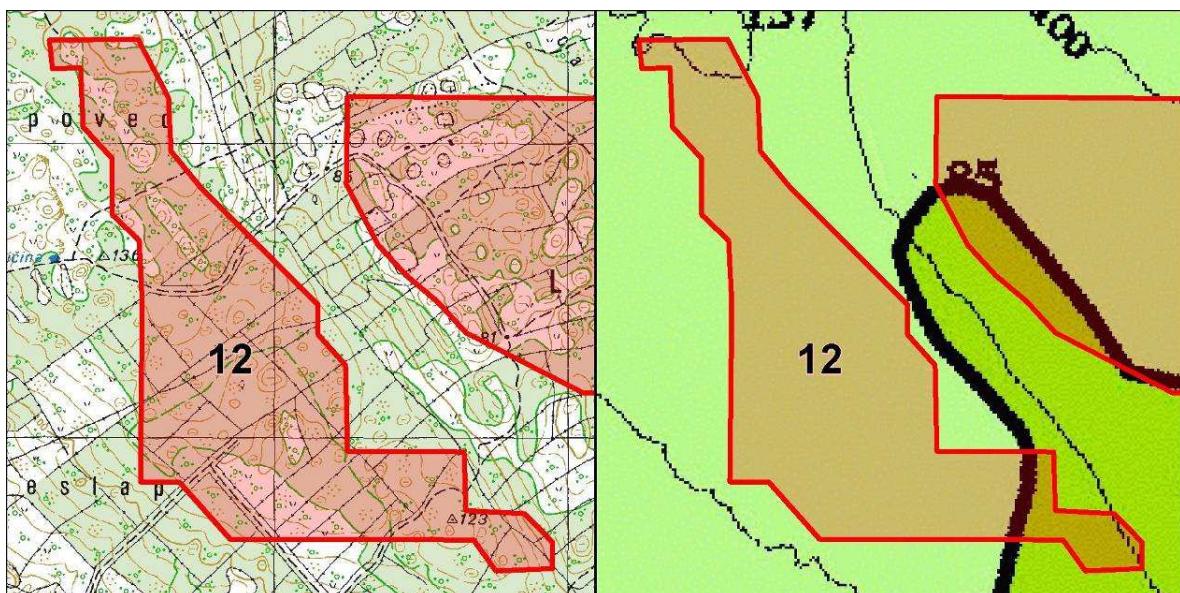
Tablica 41. Matrica privlačnosti i ranjivosti za lokaciju Cres – Okladi 2

KRITERIJI PRIVLAČNOSTI	KOMENTARI	TEŽINSKI FAKTOR	OCJENE	TEŽINSKA SUMA
Potencijal Sunčevog zračenja		1	5	5
Povoljan teren za gradnju		1	5	5
Imovinsko-pravni odnosi		0,3	2	0,6
Povoljna postojeća namjena prostora	Terenskim obilaskom utvrđeno je da na području lokacije dominira sukcesija šume	0,6	5 (4)	2,4
Udaljenost od površinskih voda (rijeka, jezero, povremeni tok, potok)		0,4	5	2
Udaljenost od postojeće cestovne infrastrukture	Terenskim obilaskom utvrđeno postojanje makadamskog puta	0,5	3 (4)	2
Udaljenost od industrijskih i poslovnih prostora		0,2	1	0,2
Udaljenost od energetske infrastrukture (plinovod, naftovod, produktovod)		0,1	5	0,5
Udaljenost od energetske infrastrukture (SN srednjenaonske mreže)		0,7	4	2,8
Udaljenost od energetske infrastrukture (transformatorskih postrojenja)		0,9	3	2,7
				<b>23,2</b>
KRITERIJI RANJVOSTI	KOMENTARI	OCJENE	TEŽINSKA SUMA	
<b>RANJVOST PRIRODNIH KVALITETA</b>				
Ranjivost prirodnih kvaliteta		1	1	
Ranjivost kopnene flore i faune		2	2	
<b>ZASTITA PRIRODNIH RESURSA</b>				



Ranjivost prostora kao resursa za šumarstvo	Terenskim obilaskom utvrđeno je da na području lokacije dominira sukcesija šume	0 (1)	1
Ranjivost prostora kao resursa za poljoprivredu		1	1
Ranjivost prostora kao resursa za vodno gospodarstvo		0	0
<b>ZAŠTITA ČOVJEKOVOG OKOLIŠA</b>			
Ranjivost kulturnih kvaliteta		1	1
Ranjivost vizualnih kvaliteta		2	2
			<b>8</b>

### 7.2.9. Lokacija Cres – Osor (br.12)



Slika 65. Područje lokacije Osor na otoku Cresu na topografskoj karti u mjerilu 1: 25000 (lijevo) i na karti Korištenje i namjena prostora iz Prostornog plana PGŽ (desno).



Slika 66. Područje lokacije Osor na otoku Cresu



Lokacija je smještena u južnom dijelu otoka Cresa, istočno od naselja Osor po kojem je i dobila ime. Smještena je na zaravnjenom terenu, kojeg karakterizira postojanje velikog broja manjih vrtača. Riječ je potencijalnoj lokaciji koja zauzima površinu od 97 ha i koja se prostire na srednjoj nadmorskoj visini od 130 m.n.v.. Jedna trećina prostora obuhvata koja se prostire njegovim sjevernim dijelom, obrasla je u oskudnu vegetaciju, dok preostale dvije treće su zarasle u makiju (sukcesija šume), što odgovara kategorijama korištenja zemljišta iz podloge „CORINE Landcover 2006“ (CLC) za RH. Prema karti Korištenja i namjene prostora iz Prostornog plana PGŽ-e, prostor obuhvata svojim većim dijelom ulazi u kategoriju ostalog poljoprivrednog tla, šume i šumskog zemljišta, a tek manjim u kategoriju gospodarske šume. Sama lokacija nalazi se veoma blizu lokalne prometnice koja vodi do Punte Križa (na udaljenosti od oko 500 m) i državne ceste, a uvidom u satelitsku snimku i obilaskom terena nije evidentirano postojanje nikakvog makadamskog puta koji bi vodio do same lokacije. Lokacija je sa svih strana okružena elektroenergetskom mrežom. Odmah uz jugoistočni rub lokacije prolazi jedan 20 kV dalekovod, dok 35 kV i 110 kV dalekovodi prolaze bliže sjevernom dijelu prostora obuhvata, na udaljenosti od oko 600 m. Najbliža trafostanica nalazi se nešto dalje od predmetne lokacije, na udaljenosti od oko 800 m. Uz zapadni rub lokacije na udaljenosti od oko 100 m nalazi se lokva predložena za zaštitu u kategoriji – Spomenik prirode lokva. Lokacija je zbog svog smještaja na zaravnjenom i u makiju zaraslom terenu u potpunosti zaklonjena od pogleda. Predmetna lokacija je pogodna za gradnju sunčane elektrane veće snage (do 10MV) pri čemu se gradnja može planirati na dijelu parcele koji je obrasio u oskudnu vegetaciju i koji se nalazi bliže elektroenergetskoj mreži.

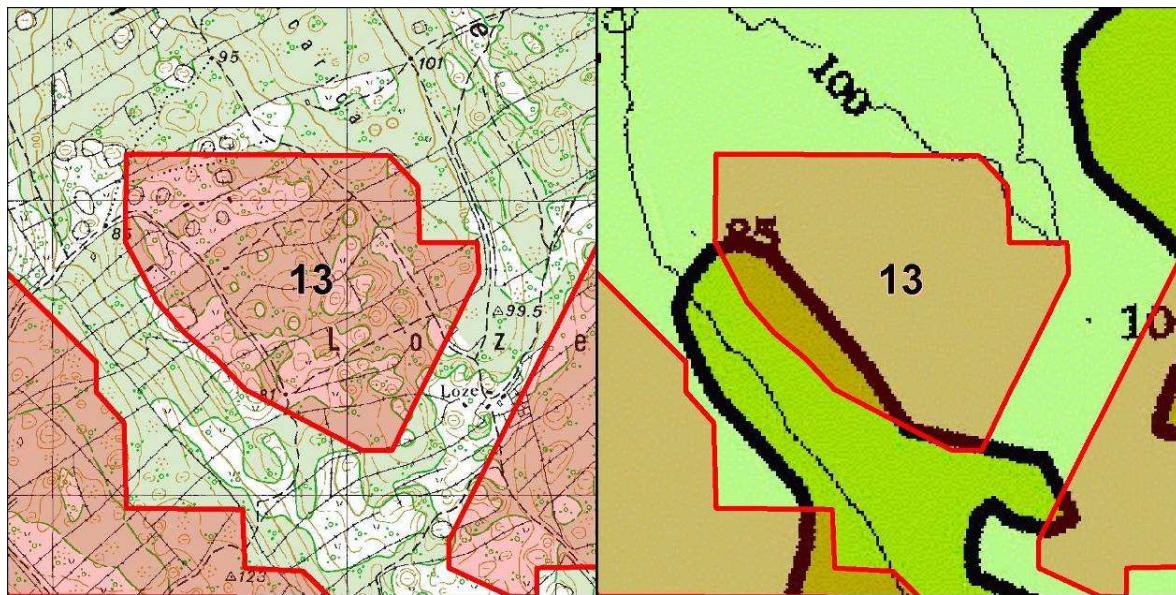
**Tablica 42. Matrica privlačnosti i ranjivosti za lokaciju Cres – Osor**

KRITERIJI PRIVLAČNOSTI	KOMENTARI	TEŽINSKI FAKTOR	OCJENE	TEŽINSKA SUMA
Potencijal Sunčevog zračenja		1	5	5
Povoljan teren za gradnju		1	5	5
Imovinsko-pravni odnosi		0,3	2	0,6
Povoljna postojeća namjena prostora	Jedna trećina ima ocjenu 5	0,6	4	2,4
Udaljenost od površinskih voda (rijeka, jezero, povremeni tok, potok)		0,4	5	2
Udaljenost od postojeće cestovne infrastrukture		0,5	4	2
Udaljenost od industrijskih i poslovnih prostora		0,2	1	0,2
Udaljenost od energetske infrastrukture (plinovod, naftovod, produktovod)		0,1	5	0,5
Udaljenost od energetske infrastrukture (SN srednjenaopske mreže)		0,7	5	3,5
Udaljenost od energetske infrastrukture (transformatorskih postrojenja)		0,9	3	2,7
				23,9



KRITERIJI RANJIVOSTI	KOMENTARI	OCJENE	TEŽINSKA SUMA
<b>RANJIVOST PRIRODNIH KVALITETA</b>			
Ranjivost prirodnih kvaliteta	U blizini (oko 100 m) se nalazi lokalitet predložen za zaštitu - Spomenik prirode lokva	1	1
Ranjivost kopnene flore i faune		2	2
<b>ZAŠTITA PRIRODNIH RESURSA</b>			
Ranjivost prostora kao resursa za šumarstvo		1	1
Ranjivost prostora kao resursa za poljoprivredu		1	1
Ranjivost prostora kao resursa za vodno gospodarstvo		0	0
<b>ZAŠTITA ČOVJEKOVOG OKOLIŠA</b>			
Ranjivost kulturnih kvaliteta		1	1
Ranjivost vizualnih kvaliteta		2	2
			<b>8</b>

#### 7.2.10. Lokacija Cres – Loze 1 (br.13)



Slika 67. Područje lokacije Loze 1 na otoku Cresu na topografskoj karti u mjerilu 1: 25000 (lijevo) i na karti Korištenje i namjena prostora iz Prostornog plana PGŽ (desno).





**Slika 68.** Područje lokacije Loze 1 na otoku Cresu

Lokacija je smještena 300 m istočnije od lokacije Osor, a sjeverozapadno od naselja Loze po kojem je i dobila ime. Teren na kojem se nalazi je zaravnjen, karakterističan po postojanju velikog broja malih vrtača. Prostor obuhvata zauzima površinu od 83 ha koja se prostire na oko 110 m.n.v.. Lokacija je gotovo cijela obrasla u makiju (sukcesija šume), što ne odgovara kategorijama korištenja zemljišta iz podloge „CORINE Landcover 2006“ (CLC) za RH. Prema karti Korištenja i namjene prostora iz Prostornog plana PGŽ-e, prostor obuhvata svojim većim dijelom ulazi u kategoriju ostalog poljoprivrednog tla, šume i šumskog zemljišta, a tek manjim u kategoriju gospodarske šume. Sama lokacija veoma je pristupačna, pošto do nje vodi postojeći makadamski put, dok je od lokalne prometnice koja vodi do Punte Križa udaljena oko 1200 m. Uz južni rub lokacije prolazi jedan 20 kV dalekovod, dok 35 kV i 110 kV dalekovodi prolaze bliže sjevernom dijelu prostora obuhvata, na udaljenosti od oko 1600 m. Najbliža trafostanica (TS 20(10) kV) nalazi se također uz sami južni rub lokacije, u naselju Loze. Uz jugoistočni rub lokacije smjestilo se maleno naselje Loze kojeg sačinjava nekolicina napuštenih i dva nedavno obnovljena objekta. U ovom naselju nalaze se i dva evidentirana spomenika kulturne baštine (pastirski stan i sakralna građevina). Lokacija je u potpunosti zaklonjena od svih pogleda. Vidljiva je tek iz zaselka Loze u kojem ljudi (u dva obnovljena objekta) obitavaju samo u ljetnim mjesecima. Predmetna lokacija je zbog svoje veličine pogodna za gradnju sunčane elektrane veće snage (do 10MV) pri čemu se gradnja može planirati na dijelu parcele koji se nalazi bliže elektroenergetskoj mreži.

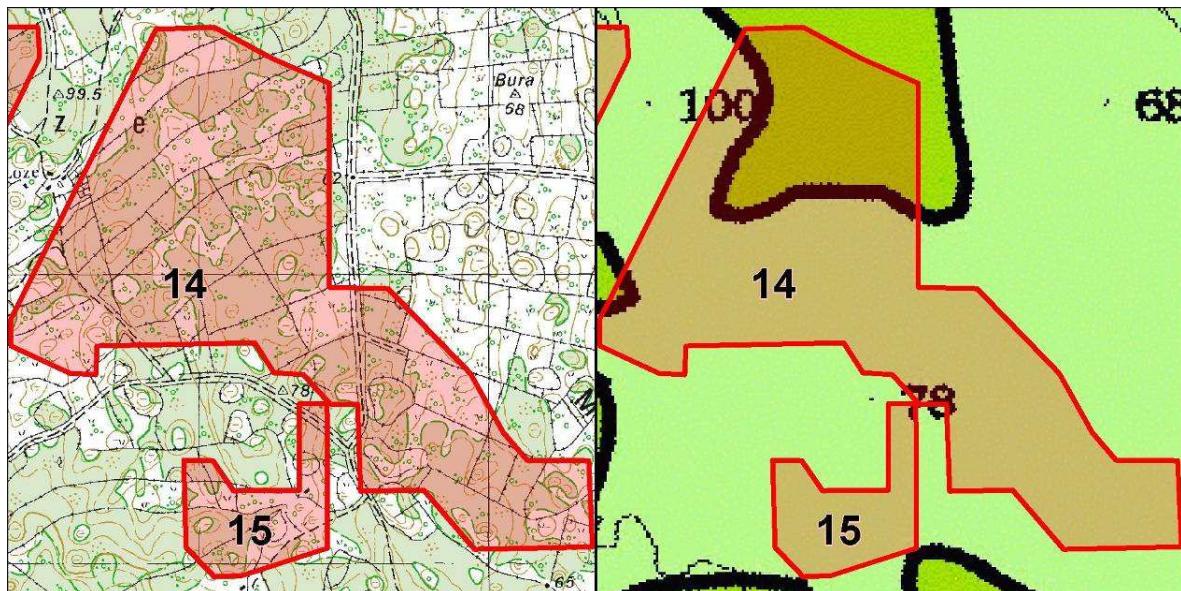


**Tablica 43. Matrica privlačnosti i ranjivosti za lokaciju Cres – Loze 1**

KRITERIJI PRIVLAČNOSTI	KOMENTARI	TEŽINSKI FAKTOR	OCJENE	TEŽINSKA SUMA
Potencijal Sunčevog zračenja		1	5	5
Povoljan teren za gradnju		1	5	5
Imovinsko-pravni odnosi		0,3	2	0,6
Povoljna postojeća namjena prostora	Terenskim obilaskom utvrđeno je da na području lokacije dominira sukcesija šume	0,6	5 (4)	2,4
Udaljenost od površinskih voda (rijeka, jezero, povremeni tok, potok)		0,4	5	2
Udaljenost od postojeće cestovne infrastrukture		0,5	3	1,5
Udaljenost od industrijskih i poslovnih prostora		0,2	1	0,2
Udaljenost od energetske infrastrukture (plinovod, naftovod, produktovod)		0,1	5	0,5
Udaljenost od energetske infrastrukture (SN srednjenaonske mreže)	Zbog veličine lokacije moguća je izgradnja sunčane elektrane instalirane snage do 10 MW. Potrebno je ispitati mogućnost njenog priključenja na 20kV vodove. Iz toga razloga je ocjena ovom kriteriju umanjena, a nova je dana u odnosu na udaljenost lokacije od 35 kV i 110 kV dalekovoda	0,7	5 (2)	1,4
Udaljenost od energetske infrastrukture (transformatorskih postrojenja)		0,9	5	4,5
				23,1
KRITERIJI RANJVOSTI	KOMENTARI	OCJENE	TEŽINSKA SUMA	
RANJVOST PRIRODNIH KVALITETA				
Ranjivost prirodnih kvaliteta		1	1	
Ranjivost kopnene flore i faune		2	2	
ZAŠTITA PRIRODNIH RESURSA				
Ranjivost prostora kao resursa za šumarstvo	Terenskim obilaskom utvrđeno je da na području lokacije dominira sukcesija šume	0 (1)	1	
Ranjivost prostora kao resursa za poljoprivredu		1	1	
Ranjivost prostora kao resursa za vodno gospodarstvo		0	0	
ZAŠTITA ČOVJEKOVOG OKOLIŠA				
Ranjivost kulturnih kvaliteta	U blizini se (na udaljenosti od oko 150 i 200m) nalaze dva evidentirana spomenika kulturne baštine (pastirski stan i sakralna građevina)	1	1	
Ranjivost vizualnih kvaliteta		2	2	
				8



### 7.2.11. Lokacija Cres – Loze 2 i Grmožaj (br.14 i 15)



Slika 69. Područje lokacija Loze 2 (br.14) i Grmožaj (br. 15) na otoku Cresu na topografskoj karti u mjerilu 1: 25000 (lijevo) i na karti Korištenje i namjena prostora iz Prostornog plana PGŽ (desno).



Slika 70. Područje lokacije Loze 2 na otoku Cresu





**Slika 71.** Područje lokacije Grmožaj na otoku Cresu

Obadvije lokacije smještene su u južnom dijelu otoka Cresa, između zaselaka Loze i Grmožaj. Prostiru se zaravnjenim terenom na kojem je zamijećena prisutnost manjih vrtača (vidljivo iz topografske karte). Nadmorska visina na obadvije lokacije varira između 60 i 70 m.n.v.. Lokacija Loze 2 je izrazito velika i zauzima površinu od 140 ha, a Grmožaj svega 17 ha. Lokacija Loze 2 se nalazi na privatnom zemljištu dok se lokacija Grmožaj svojim većim dijelom prostire državnim zemljištem. Kod obadvije lokacije je izražen proces sukcesije makije. Kod lokacije Loze 2 cijela sjeverna polovica prostora obuhvata je zarasla u makiju dok u južnom dijelu još uvijek dominira sklerofilna vegetacija (s dominacijom smrike). Makija dominira i prostorom obuhvata lokacije Grmožaj, dok preostalu trećinu čini sklerofilna vegetacija. Uvidom u satelitske snimke (Google Earth), i obilaskom terena utvrđeno je da stanje na obadvije lokacije ne odgovara kategoriji korištenja zemljišta iz podloge „CORINE Landcover 2006“ (CLC) za RH, prema kojem se obadva prostora obuhvata nalaze na području s sklerofilnom vegetacijom. Prema karti Korištenja i namjene prostora iz Prostornog plana PGŽ-e, prostor obuhvata Grmožaj ulazi u kategoriju ostalog poljoprivrednog tla, šume i šumskog zemljišta, dok prostor obuhvata Loze 2 uz navedenu kategoriju, manjim dijelom ulazi i u kategoriju gospodarske šume. Do obadviju lokacija vodi makadamski put, dok je najbliža prometnica lokalna cesta koja vodi do Punte Križa (oko 400 m udaljena od lokacije Grmožaj, te oko 800 m udaljena od lokacije Loze 2). Najbliži dalekovod je 20kV koji prolazi točno između dvije lokacije, dok se trafostanica (20(10) kV) nalazi uz zapadnu granicu lokacije Loze 2. Uz sjeverozapadni rub lokacije Loze 2 smjestilo se već spomenuto naselje Loze u kojem se nalaze dva evidentirana spomenika kulturne baštine (pastirski stan i sakralna građevina). Lokacije su zbog je zaravnjenog terena i guste vegetacije dobro zaklonjene od pogleda. Lokacija Loze 2 vidljiva je iz smjera naselja Loze (samo u ljetnim mjesecima), a njezin južni dio iz smjera mora. Lokacija Loze 2 je površinom najveća potencijalna lokacija zbog čega je pogodna za gradnju sunčane elektrane veće snage (do 10MV) pri čemu se gradnja može planirati na dijelu parcele obrasлом u sklerofilnu vegetaciju.

**Tablica 44.** Matrica privlačnosti i ranjivosti za lokaciju Cres – Loze 2

KRITERIJI PRIVLAČNOSTI	KOMENTARI	TEŽINSKI FAKTOR	OCJENE	TEŽINSKA SUMA
Potencijal Sunčevog zračenja		1	5	5
Povoljan teren za gradnju		1	5	5



Imovinsko-pravni odnosi		0,3	2	0,6
Povoljna postojeća namjena prostora	Terenskim obilaskom utvrđeno je da na području lokacije dominira sukcesija šume	0,6	5 (4)	2,4
Udaljenost od površinskih voda (rijeka, jezero, povremeni tok, potok)		0,4	5	2
Udaljenost od postojeće cestovne infrastrukture		0,5	4	2
Udaljenost od industrijskih i poslovnih prostora		0,2	1	0,2
Udaljenost od energetske infrastrukture (plinovod, naftovod, produktovod)		0,1	5	0,5
Udaljenost od energetske infrastrukture (SN srednjenaonske mreže)	Zbog veličine lokacije moguća je izgradnja sunčane elektrane instalirane snage do 10 MW. Potrebno je ispitati mogućnost njenog priključenja na 20kV vodove. Iz toga razloga je ocjena ovom kriteriju umanjena, a nova je dana u odnosu na udaljenost lokacije od 35 kV i 110 kV dalekovoda	0,7	5 (1)	0,7
Udaljenost od energetske infrastrukture (transformatorskih postrojenja)		0,9	5	4,5
<b>22,9</b>				
KRITERIJI RANJVOSTI	KOMENTARI	OCJENE	TEŽINSKA SUMA	
<b>RANJVOST PRIRODNIH KVALITETA</b>				
Ranjivost prirodnih kvaliteta		1	1	
Ranjivost kopnene flore i faune		2	2	
<b>ZAŠTITA PRIRODNIH RESURSA</b>				
Ranjivost prostora kao resursa za šumarstvo	Terenskim obilaskom utvrđeno je da na području lokacije dominira sukcesija šume	0 (1)	1	
Ranjivost prostora kao resursa za poljoprivredu		1	1	
Ranjivost prostora kao resursa za vodno gospodarstvo		0	0	
<b>ZAŠTITA ČOVJEKOVOG OKOLIŠA</b>				
Ranjivost kulturnih kvaliteta	u blizini (na udaljenosti od oko 150 i 200m) nalaze se dva evidentirana spomenika kulturne baštine (pastirski stan i sakralna građevina)	1	1	
Ranjivost vizualnih kvaliteta		2	2	
<b>8</b>				



**Tablica 45. Matrica privlačnosti i ranjivosti za lokaciju Cres – Grmožaj**

KRITERIJI PRIVLAČNOSTI	KOMENTARI	TEŽINSKI FAKTOR	OCJENE	TEŽINSKA SUMA
Potencijal Sunčevog zračenja		1	5	5
Povoljan teren za gradnju		1	5	5
Imovinsko-pravni odnosi		0,3	5	1,5
Povoljna postojeća namjena prostora	Terenskim obilaskom utvrđeno je da na području lokacije dominira sukcesija šume	0,6	5 (4)	2,4
Udaljenost od površinskih voda (rijeka, jezero, povremeni tok, potok)		0,4	5	2
Udaljenost od postojeće cestovne infrastrukture		0,5	4	2
Udaljenost od industrijskih i poslovnih prostora		0,2	1	0,2
Udaljenost od energetske infrastrukture (plinovod, naftovod, produktovod)		0,1	5	0,5
Udaljenost od energetske infrastrukture (SN srednjenaonske mreže)		0,7	5	3,5
Udaljenost od energetske infrastrukture (transformatorskih postrojenja)		0,9	3	2,7
				24,8
KRITERIJI RANJVOSTI	KOMENTARI	OCJENE	TEŽINSKA SUMA	
<b>RANJVOST PRIRODNIH KVALITETA</b>				
Ranjivost prirodnih kvaliteta		1	1	
Ranjivost kopnene flore i faune		2	2	
<b>ZAŠTITA PRIRODNIH RESURSA</b>				
Ranjivost prostora kao resursa za šumarstvo	Terenskim obilaskom utvrđeno je da na području lokacije dominira sukcesija šume	0 (1)	1	
Ranjivost prostora kao resursa za poljoprivredu		1	1	
Ranjivost prostora kao resursa za vodno gospodarstvo		0	0	
<b>ZAŠTITA ČOVJEKOVOG OKOLIŠA</b>				
Ranjivost kulturnih kvaliteta		1	1	
Ranjivost vizualnih kvaliteta		2	2	
				8



### 7.2.12. Rezultat analize potencijalnih lokacija

Rezultati analize pokazuju da su najviše ocjene doobile lokacije Ustrine i Grmožaj. Potom kao visoko ocjenjene slijede lokacije Belinovica, Osor, Planiš, Okladi 2, Orlec i Loze 1. Slijede lokacije Loze 2 i Okladi 1 s ocjenom pogodnosti 3. Lokacije Hrasta 1, Hrasta 2, Belej 2 i Rijavica kao manje privlačna skupina ocijenjene su ocjenom 2, dok se na dnu liste nalazi lokacija Belej 1. (Tablica 46.)

**Tablica 46.** Rang lokacija na temelju napravljenih matrica privlačnosti i ranjivosti za svaku pojedinu lokaciju

LOKACIJA	KONAČNA OCJENA PRIVLAČNOSTI	KONAČNA OCJENA RANJVOSTI	RANG	OCJENA POGODNOSTI
Ustrine	24,7	7	1	5
Grmožaj	24,8	8	2	5
Belinovica	23,9	7	3	4
Osor	23,9	8	4	4
Planiš	23,5	7	5	4
Okladi 2	23,2	8	6	4
Orlec	23,2	9	7	4
Loze 1	23,1	8	8	4
Loze 2	22,9	8	9	3
Okladi 1	22,2	7	10	3
Hrasta 1	21,9	8	11	2
Hrasta 2	21,5	8	12	2
Belej 2	21,2	7	13	2
Rijavica	21,0	11	14	2
Belej 1	20,8	7	15	1

Kod rangiranja lokacija osim privlačnosti gledala se i ranjivost lokacije, tako da ako su dvije lokacije bile istih ili jako sličnih ocjena privlačnosti za pogodniju ili bolje rangiranu je uzeta ona s manjom konačnom ocjenom ranjivosti. Potrebno je napomenuti da su sve potencijalne lokacije iz užeg izbora rezultat prethodno napravljene multikriterijalne analize (analiza pogodnosti - kompromisna varijanta), odnosno da je riječ o visoko privlačnim i malo ranjivim prostorima, iz čega proizlaze i tako malene razlike u konačnim ocjenama između lokacija. Ukupna ocjena pogodnosti lokacija i rang koji je lokacija dobila može se interpretirati kao agregirana ocjena rizika razvoja projekta u odnosu na druge lokacije: što je lokacija više rangirana, mogu se prepostaviti manji sveukupni rizici projekta.

Konačni rezultat je na kraju dobar onoliko koliko su dobre kritične polazne pretpostavke, prvenstveno one o Sunčevom potencijalu i mogućnosti priključka. Detaljniji uvid u odnose rizika može se dobiti dodatnim analizama izabranih lokacija koje bi uključivale detaljniju izradu prostorne razdiobe Sunčevog potencijala u cilju procjene energetske iskoristivosti, detaljniju analizu mogućnosti i načina priključka na elektroenergetsku mrežu, detaljnju procjenu utjecaja



geomorfologije na tehničku izvedbu, detaljnije sagledavanje očekivanih utjecaja na prirodu i okoliš, itd., što bi sve trebali biti daljnji koraci u razvoju i primjeni metodologije izbora i ocjena lokacija za izgradnju sunčanih elektrana. Lista potencijalnih lokacija (kompromisna i razvojna varijanta) bila bi polazište budućim investitorima za daljnja istraživanja i lakšu realizaciju projekata.



## 8. ZAKLJUČAK

U ovoj studiji je kroz primjenu višekriterijalne analize (model pogodnosti) odabran određeni broj potencijalnih lokacija koji se načelno predlaže za uvrštenje u županijski prostorni plan. Za odabir lokacija za izgradnju sunčanih elektrana primijenjena je metoda dvojne analize prostora (analiza razvojnih mogućnosti - privlačnosti i analiza ostvarivanja zaštitnih ciljeva - ranjivosti) koja se temelji na sustavnom pristupu rješavanju zaštitno-okolišnih problema u prostornom planiranju. Zasebno modeliranje privlačnosti prostora i ranjivosti prostora temeljilo se na oprečnim vrijednosnim sustavima i pripadajućim kriterijima vrednovanja. Kod privlačnosti prostora uzimao se u obzir isključivo razvojni aspekt – ekomska korist ili interes, dok je kod ranjivosti kvaliteta prostora kriterij vrednovanja činio društveni javni interes za zaštitom prostora. Svi navedeni elementi te prostorne analize provedeni su u okviru rasterskog geoinformacijskog sustava uz prostornu razlučivost od 100 x 100 m.

Prije procesa vrednovanja prostora za smještaj sunčanih elektrana određeni su tipovi elektrana koji su pogodni za smještaj u prostor Primorsko-goranske županije kao i njihove dimenzije. Na temelju analize dviju glavnih potencijalnih tehnologija za pretvaranje Sunčeve energije u električnu može se zaključiti da je tehnologija sunčanih fotonaponskih (FN) sustava primjerenija za smještaj na prostor Županije. Razlog tome leži u intenzivnom razvoju tehnologije sunčanih fotonaponskih (FN) ćelija koje postižu sve veću učinkovitost u izravnoj pretvorbi Sunčeve u električnu energiju, što, uz sve niže troškove proizvodnje, omogućuje instalaciju i korištenje ovih uređaja i u područjima manjeg Sunčevog potencijala. Primjere primjene ove tehnologije nalazimo posvuda po Europi (Portugal, Španjolska, Belgija, Njemačka, Italija). S druge strane, tehnologija koncentriranja Sunčeve snage (CSP) uglavnom se primjenjuje na nižim geografskim širinama, te u pustinjskim područjima s velikom insolacijom. Primjere sunčanih termoelektrana u Europi za sada nalazimo samo u Španjolskoj (u Sevilli i Almeriji), Italiji (u Aldranu, Sicilija) i jednu demonstracijsku sunčanu termoelektranu u Njemačkoj na institutu Jülich. Ova tehnologija bi se mogla primijeniti samo na području Županije s najvećim sunčanim potencijalom (dijelovi otoka PGŽ-e). Potrebno je istaknuti da je kod CSP tehnologije prisutan veći utjecaj na okoliš, od utjecaja na smanjenje vizualnih kvaliteta prostora zbog izgradnje tornjeva (različitih visina od 50 do preko 100 m), do mogućeg utjecaja na vodne resurse zbog korištenja termalnog ulja ili rastopljene soli zbog čega ovu tehnologiju nije prihvatljivo planirati u krškim područjima, te u području s malom količinom oborina i ograničenim vodnim resursima.

Sunčane fotonaponske (FN) elektrane pripadaju fotonaponskim sustavima izravno priključenim na javnu elektroenergetsku mrežu i riječ je o sustavima većih snaga. S obzirom na instaliranu snagu ovi fotonaponski sustavi dijele se na one snage od 0,5 MW do 10 MW, od 10 MW do 30 MW i snage veće od 30 MW. Minimalna površina za sunčanu elektranu snage od 0,5



MW trebala bi iznositi približno 2,5 ha, za sunčane elektrane snage od 1 MW približno 5 ha, od 10 MW približno 50 ha, a od 30 MW približno 150 ha. Preporuka je da se na području Primorsko-goranske županije, zbog izrazite reljefne raščlanjenosti, ne grade sunčane elektrane instalirane snage veće od 10 MW, što se predlaže kao strateška gornja granica za Županijski prostorni plan. Istovremeno, donju granicu instalirane snage nema potrebe ograničavati, što je upravo u skladu sa strateškim usmjerenjem Primorsko-goranske županije prema obnovljivim izvorima energije. Upravo suprotno, u budućnosti treba poticati dodatnu analizu izvodivosti i isplativosti sunčanih elektrana na mikrolokacijama.

Za sve otoke i izdvojena ruralna područja (brdski predjeli) koja nemaju dovoljno prostornih mogućnosti za smještaj sunčanih elektrana, preporuka je korištenje fotonaponskih sustava manjih snaga koji mogu biti priključeni na javnu mrežu preko kućne instalacije ili mogu biti potpuno samostalni. Fotonapski sustavi priključeni na javnu mrežu s obzirom na instaliranu snagu dijele na one do 30 kW, od 30 kW do 100 kW i preko 100 kW. Ovi sustavi ugrađuju se na krovove i fasade građevina, a preporuka je da se što više ugrađuju na kose ili ravne površine stambenih građevina, proizvodnih hala, športskih dvorana, turističkih objekata, i parkirališnih površina. Dakle primjena ovih fotonaponskih sustava vršila bi se unutar građevinskih zona (za razliku od sunčanih elektrana).

U modelu privlačnosti, koji uključuje razvojne kriterije definirane su prostorne karakteristike koje pogoduju smještaju sunčanih elektrana. Prema podacima o prostornoj privlačnosti i kriterijima za izbor lokacija sunčanih elektrana izradile su se matrice privlačnosti kako bi se izvršila klasifikacija područja, odnosno vrijednosna artikulacija. Vrednovali su se svi spomenuti elementi prema njihovoj privlačnosti za smještaj sunčanih elektrana. Najviše ocijenjena područja dobivena ovim modelom predstavljaju najprivlačnije lokacije za smještaj sunčanih elektrana. Modelom privlačnosti istražio se prostor putem dvaju kriterija: izuzimajućih i vrednujućih.

Primjenom izuzimajućih kriterija u prvoj fazi izbora, vrednovan cijelokupan prostor Primorsko-goranske županije te su odbačena sva ona područja koja nisu ni u kom pogledu prihvatljiva za izgradnju sunčanih elektrana. Od ukupne površine obuhvata, 61% područja izuzeto, jer se smatra neprihvatljivim za izgradnju sunčanih elektrana.

Nakon primjene izuzimajućih kriterija, napravljeno je vrednovanje prostora primjenom vrijednosnih matrica. Odabrani kriteriji privlačnosti (Sunčev potencijal, povoljan teren za gradnju, povoljni imovinsko-pravni odnosi, povoljna namjena zemljišta, udaljenost od površinskih voda, dobra pristupačnost, blizina energetske infrastrukture itd.) su u prostoru vrijednosno ocijenjeni pomoću matrica (podmodela privlačnosti), a sve su matrice udružene u zajednički, završni model privlačnosti. Od ukupne površine obuhvata, oko 4% je procijenjeno najprivlačnjim (ocjena 5), oko 9% površine visoko privlačnim (ocjena 4), a oko 19% privlačnim za smještaj sunčanih elektrana. Najviše najprivlačnijih površina zastupljeno je na otoku Cresu, potom Krku, pa Rabu i Lošinju. Određen broj najprivlačnijih, ali više visoko privlačnih površina nalazi se i u Primorju, dok ih je najmanje u Gorskem kotaru.



Model ranjivosti je vrijednosna i specifična prostorna slika zaštitnih zahtjeva. Njime su se tražile i vrednovale sve one kvalitete okoliša koje bi zbog izgradnje sunčanih elektrana mogle biti ugrožene. Vrednovanje se vršilo na temelju tri zaštitna aspekta kojima se štiti: prirodni i čovjekov okoliš, te prirodni resursi. Da bi dobili sliku o svim mogućim utjecajima koje bi djelatnost, izgradnja sunčanih elektrana mogla izazvati u nekom prostoru potrebno ju je bilo raščlaniti na faze rada. Djelovanje na okoliš će biti različito zbog različitosti opsega i intenziteta zahvata u svakoj fazi. U interakcijskoj matrici procijenjena je važnost utjecaja pojedinih elemenata zahvata na kvalitete okoliša. Zatim su se metodom „scoping-a“ rangirali utjecaji, odnosno izdvojile su se one komponente okoliša na koje će zahvat imati najveći utjecaj. Na temelju toga se dalje formirao koncept ranjivosti. Procijenjeno je da će zahvat imati najveći utjecaj na floru i faunu, prirodne kvalitete, šumarstvo, poljoprivredu, vodno gospodarstvo, vizualne i kulturne kvalitete.

Zbog kompleksnosti prostora, te zbog lakše provedbe i razumijevanja rezultata, ranjivost prostora je predstavljena kroz više modela ranjivosti (ranjivost prirodnih kvaliteta, ranjivost kopnene flore i faune, ranjivost prostora kao resursa za šumarstvo, ranjivost prostora kao resursa za poljoprivrodu, ranjivost prostora kao resursa za vodno gospodarstvo, ranjivost kulturnih kvaliteta, te ranjivost vizualnih kvaliteta prostora). Modeli su izabrani s obzirom na prepoznate utjecaje djelatnosti na okoliš, na značajke planerskog prostora, te s obzirom na raspoložive podatke. Združeni model ranjivosti za smještaj sunčanih elektrana dobiven je spajanjem svih podmodela ranjivosti prostora. Od ukupne površine obuhvata, oko 49% je procijenjeno najranjivijim (ocjena 5), oko 37% površine visoko ranjivim (ocjena 4), a oko 14% ranjivim za smještaj sunčanih elektrana. S obzirom da su kriteriji ranjivosti bili vrlo strogo postavljeni (uvijek se prenosila najviša vrijednost), dobiveno je relativno puno ranjivih površina. Iz karte ranjivosti za izgradnju sunčanih elektrana vidljivo je da je najviše najranjivijih površina zastupljeno na području Primorja, dok su u ostalim dijelovima Županije ravnomjerno raspoređene. Nešto manje najranjivijih površina zastupljeno je na otoku Cresu.

Spajanjem modela privlačnosti i modela ranjivosti preko vrijednosne matrice dobiven je model pogodnosti. Strogost kriterija kojim se pridjeljuju ocjene pogodnosti unutar matrice neposredno utječe i na distribuciju pogodnog prostora. Stvaranjem nekoliko podvarijanti omogućuje se odabir odgovarajućeg modela u ovisnosti od dobivenih rezultata. Napravljene su 2 varijante vrijednosnih matrica – **razvojna** varijanta, s najmanje strogim kriterijima pri ocjenjivanju; te **kompromisna** varijanta, sa srednje strogim kriterijima pri ocjenjivanju koja predstavlja kompromis između zaštite i razvoja. Kod kompromisne varijante najvećom ocjenom pogodnosti prostora za smještaj sunčanih elektrana vrednovano je 0,13 % ukupne površine obuhvata, dok se kod razvojne varijante to povećava na 1,45% ukupne površine prostora. To znači da je kod kompromisne varijante 477 ha (1 piksel = 1 ha) pogodnog prostora za smještaj sunčanih elektrana, dok je kod razvojne varijante riječ o 5 308 ha. Najviše najpogodnijih površina iz kompromisne varijante zastupljeno je na otoku Cresu, dok se po jedna javlja i na otocima Krku i Rabu. Kod razvojne varijante puno je veći broj najpogodnijih površina. I dalje je



njihova najveća zastupljenost na otoku Cresu, ali javlja se nekolicina i na otocima Krku, Rabu i Lošinju.

Izradom modela pogodnosti (kompromisna i razvojna varijanta) prostora dobivene su potencijalne lokacije za smještaj sunčanih elektrana, nakon čega je napravljena detaljna analiza prostorno planske dokumentacije, s ciljem detekcije eventualne kolizije koje od potencijalnih lokacija s Prostornim planom definiranim Korištenjem i namjenom prostora i Uvjetima zaštite.

Općenito govoreći, metodologija kojom je izrađena ova studija omogućila je istovremeno 1) sustavnu, 2) vrlo detaljnu (prostorna razlučivost 100 x100 m) i 3) sveobuhvatnu prostornu analizu cjelokupne površine Primorsko-goranske županije, koja je rezultirala detekcijom značajnog broja potencijalno povoljnih lokacija, što je posebno izraženo u razvojnoj varijanti gdje su selekcijski kriteriji zaštite prostora blaže postavljeni. Povezano s time, obilazak terena (s obzirom na vremenski i finansijski okvir studije) uključio je samo lokacije iz kompromisne varijante, koje su u nastavku detaljnije opisane i rangirane. S obzirom da to *a priori* ne znači kako su potencijalne lokacije dobivene razvojnom varijantom manje pogodne za smještaj sunčanih elektrana, može se očekivati da bi i među tim lokacijama moglo biti onih koje bi nakon detaljnije analize vrijedilo uvrstiti u Županijski prostorni plan. U tom smislu se analiza odabralih lokacija prikazanih u ovoj studiji može shvatiti kao pokazni primjer. Istovremeno, može se također reći i da rezultati studije nadilaze projektni zadatak, jer stvaraju objektivne preduvjete i za eventualne buduće promjene Županijskog prostornog plana, s ciljem uvrštenja novih lokacija za sunčane elektrane.

Uži izbor potencijalnih lokacija (15 lokacija) dobivenih kompromisnom varijantom, pokazno je analiziran kroz provjeru dobivenih podataka primjenom matrica, uz pomoću kojih su se vrednovale i u konačnici rangirale lokacije.

Rezultati analize pokazuju da su najviše ocjene doobile lokacije Ustrine i Grmožaj. Potom kao visoko ocjenjene slijede lokacije Belinovica, Osor, Planiš, Okladi 2, Orlec i Loze 1. Slijede lokacije Loze 2 i Okladi 1 s ocjenom pogodnosti 3. Lokacije Hrasta 1, Hrasta 2, Belej 2 i Rijavica kao manje privlačna skupina ocijenjene su ocjenom 2, dok se na dnu liste nalazi lokacija Belej 1. Ukupna ocjena pogodnosti lokacija i rang koji je lokacija dobila može se interpretirati kao agregirana ocjena rizika razvoja projekta u odnosu na druge lokacije: što je lokacija više rangirana, mogu se prepostaviti manji sveukupni rizici projekta.

Konačni rezultat je na kraju dobar onoliko koliko su dobre kritične polazne pretpostavke, prvenstveno one o Sunčevom potencijalu i mogućnosti priključka. Detaljniji uvid u odnose rizika može se dobiti dodatnim analizama izabranih lokacija koje bi uključivale detaljniju izradu prostorne razdiobe Sunčevog potencijala u cilju procjene energetske iskoristivosti, detaljniju analizu mogućnosti i načina priključka na elektroenergetsku mrežu, detaljnu procjenu utjecaja geomorfologije na tehničku izvedbu, detaljnije sagledavanje očekivanih utjecaja na prirodu i okoliš, itd.,



## 9. PREPORUKE

Sve analize i procjene u ovoj studiji velikim dijelom su zasnovane na podacima dobivenih od trećih strana. Oikon d.o.o. Institut za primijenjenu ekologiju stoga ne može preuzeti odgovornost za eventualne greške u tim podacima bilo kojeg porijekla, niti može garantirati točnost procjene vezano uz ocjenu lokacija opisanih u ovoj studiji.

Može se ocijeniti da određeni podaci iz korištenih podloga (Sunčev potencijal, korištenje zemljišta i bonitet tla) nisu zadovoljili razinu detaljnosti potrebnu u projektu (zonacija za potrebe prostornog planiranja), pa su dobiveni konačni rezultati daleko manje pouzdanosti nego što bi bili u slučaju korištenja detaljnijih podloga.

S obzirom na osnovnu svrhu ove studije (procjena mogućnosti korištenja prostora za izgradnju sunčanih elektrana) to se posebice odnosi na detaljnost energetske podloge (prostorna razdioba Sunčevog potencijala) koja ne zadovoljava potrebnu razinu detaljnosti zbog:

1) vrlo niske prostorne razlučivosti, čega je posljedica posve nerealna prostorna varijabilnost Sunčevog potencijala na horizontalnu plohu,

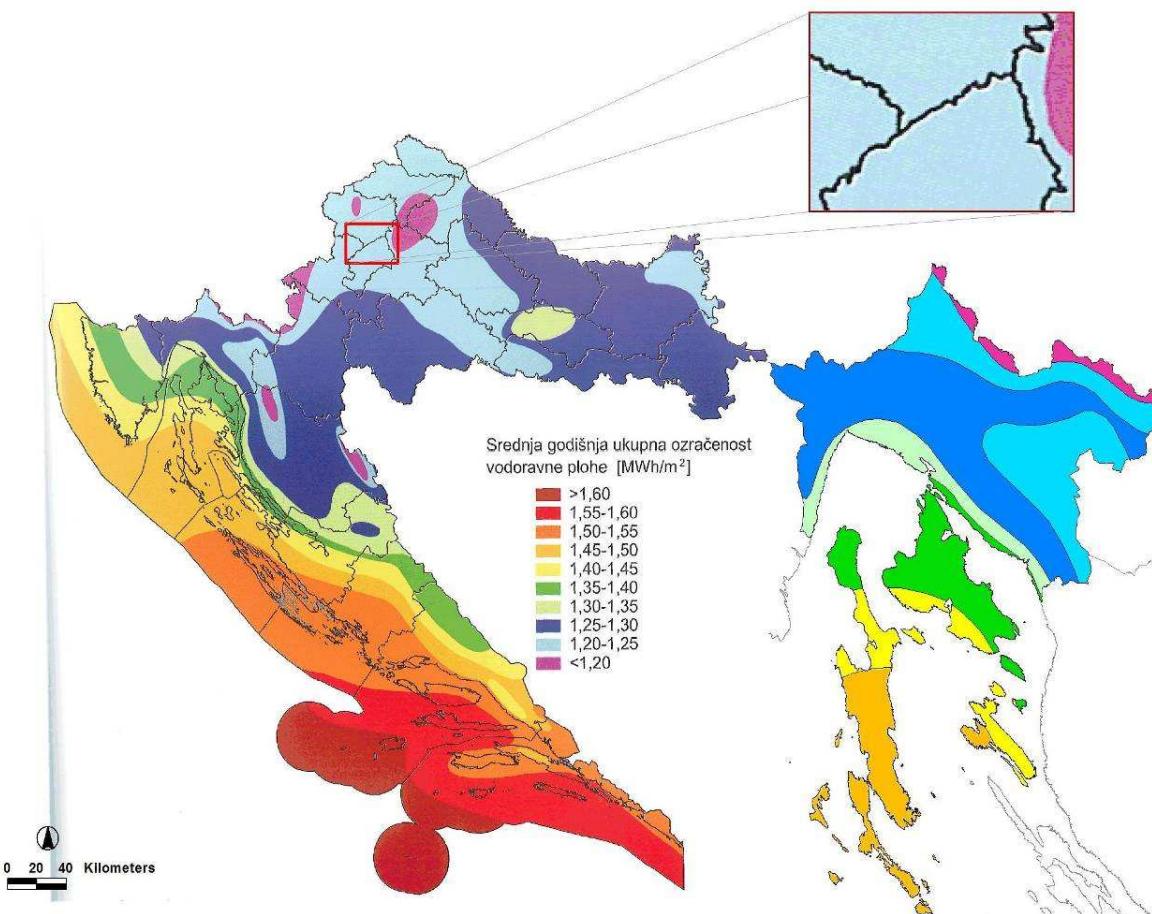
2) niske tematske razlučivosti (širokih tematskih klasa), čega je posljedica nepotrebna nepreciznost u prostornoj zonaciji i

3) odsustva informacija o utjecaju reljefa (Sunčev potencijal na realni reljef) bitnih za procjenu mogućnosti izgradnje sunčanih elektrana (traže se područja s prosječno visokim sunčanim potencijalom, u kojima taj potencijal malo varira u prostoru).

S ciljem ilustracije spomenutog problema, ovdje se prikazuje vizualna usporedba detaljnosti energetskih podloga (prostorna razdioba Sunčevog potencijala) i to:

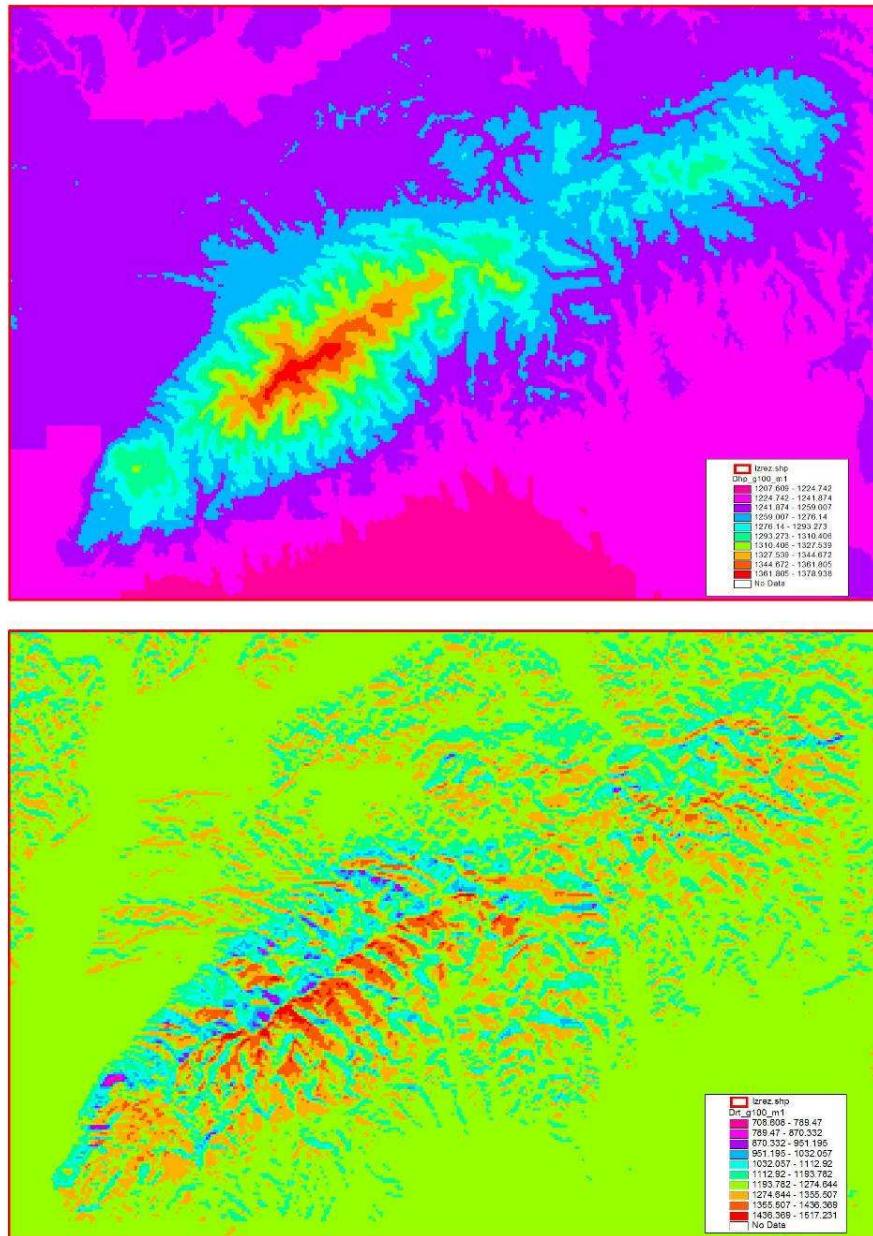
- 1) podloga korištenih u projektu (Slika 72.) i
- 2) podloga koje bi bile prikladne za korištenje u projektu (Slika 73).





**Slika 72.** Energetska prostorna podloga (lijeva slika) korištena za potrebe projekta (prostorna razdioba srednje godišnje ukupne ozračenosti vodoravne plohe za cijelu Hrvatsku, izrezana za područje Primorsko-goranske županije – dolje desno; prema Matić 2007a i 2007b. Gore desno – izrez područja za komparaciju sa Slikom 73.





**Slika 73.** Energetske prostorne podloge (gore: prostorna razdioba srednje godišnje ukupne ozračenosti vodoravne plohe; dolje - prostorna razdioba srednje godišnje ukupne ozračenosti nagnute plohe; vrijednosti u kWh/m<sup>2</sup>) koje bi bile prikladne za potrebe projekta (zonacija za potrebe prostornog planiranja na županijskoj razini), za područje prikazano u izrezu na Slici 72. (gore desno).

S obzirom na objektivni pristup u okviru rasterskog geografskog informacijskog sustava korišten u ovoj studiji, koji je omogućio istovremeno 1) sustavnu, 2) vrlo detaljnu (prostorna razlučivost 100 x100 m) i 3) sveobuhvatnu prostornu analizu cjelokupne površine Primorsko-goranske županije, valja imati na umu da dobiveni rezultati studije nadilaze projektni zadatak, jer



stvaraju objektivne preduvjete i za eventualne buduće promjene Županijskog prostornog plana, s ciljem uvrštenja novih lokacija za sunčane elektrane.

Da bi se ta dodatna kvaliteta optimalno iskoristila, bilo bi potrebno informatičko okruženje u kojemu je ova studija izvedena, zajedno sa svim podlogama koje su bile uključene u analizu (uz mogućnost dodavanja novih sadržaja, npr. katastarskih podloga), organizirati kao ekspertni prostorno-analitički alat prikladan za opetovanu (objektivnu, sustavnu, detaljnu, sveobuhvatnu, ali jednako tako i najtransparentniju moguću u odnosu na sve zainteresirane dionike) analizu prostora županije u slučaju potrebe za naknadnim uvrštavanjem lokacija sunčanih elektrana u prostorni plan (nezavisno od ovoga projekta). Uvođenje takvog alata bio bi pionirski korak u prostornom planiranju u Hrvatskoj, koji bi mogao voditi prema primjeni identičnog pristupa i u drugim aktualnim prostorno-planerskim problemima.

Iz navedenog proizlaze dvije glavne preporuka za daljnji rad na predmetnoj problematici (analizi prostora županije sa stajališta izgradnje sunčanih elektrana):

1. Izrada dovoljno detaljnih i preciznih podloga o prostorno-vremenskoj razdiobi Sunčeve energije u Primorsko-goranskoj županiji (kako je gore opisano) i
2. Organizacija ulaznih podloga i međurezultata ove studije u ekspertni prostorno-analitički alat prikladan za dodatne analize u svrhu ažuriranja županijskog prostornog plana (na koje će se nadovezati dodatna terenska istraživanja konkretnih lokacija).



## 10. LITERATURA

### Stručni, znanstveni i ostali radovi

Antonić, O., Križan, J., Milostić, M., Bukovec, D. (2009): Stručne podloge, kriteriji i metodologija za izbor lokacija za izgradnju solarnih elektrana u Republici Hrvatskoj, Oikon d.o.o. Institut za primijenjenu ekologiju, Zagreb

Bajica, M., Butula, S., Marušić, J., Kušan, V., Šteko, V., Kušan, T., Marković, B., Hrdalo, I., Andlar, G., Hudoklin, J., Simoneti, M. (2009): Očuvanje i održivo korištenje biološke i krajobrazne raznolikosti na dalmatinskoj obali putem održivog razvijanja obalnog područja (COAST, UNDP-GEF projekt): Inventarizacija, vrednovanje i planiranje obalnih krajobraza Dalmacije, Oikon d.o.o. Institut za primijenjenu ekologiju, Agronomski fakultet Zavod za krajobraznu arhitekturu, Ljubljanski urbanistični zavod d.d., Zagreb

Butula, S. (2003): Planning for Sustainable Development: the Significance of Different Social Interests in Landscape, Društvena istraživanja, 12 (3-4); str. 427-441.

FAO (1976): A framework for land evaluation, Soil Bull. No. 32. FAO, Rome and ILRI, Wageningen, Publ. No. 22.

Goldman, Charles R. (1989): Lake Tahoe: Preserving a Fragile Ecosystem, Environment, 31 (7), 7-31.

Horváth, L. (2009): Analiza mogućnosti za korištenje energije vjetra u Primorsko-goranskoj županiji, EIHP Energetski institut Hrvoje Požar, Zagreb

Koščak Miočić-Stošić V., Mlakar A., Marušić J. (1999): Environmental vulnerability study of the Riparian Landscape of the river Kupa/Kolpa, Međunarodna konferencija "Spatial Information Management in the New Millennium", Krakow, Poland, 15-17 11 1999. str. 120-128.

Koščak Miočić-Stošić, V., Butula, S. (2005): Environmental Vulnerability Analysis as a Tool for SEA of Spatial Plans. Knjiga sažetaka, International experience and perspectives in SEA, str. 26-30, Prague, Czech Republic, International Association for Impact Assessment (IAIA), str. 69-70.

Kušan, V. (2009): Pokrov i namjena korištenja zemljišta u RH – stanje i trendovi, Oikon d.o.o. Institut za primijenjenu ekologiju, Zagreb

Lang, S., Blaschke, T. (2010): Analiza krajolika pomoći GIS-a, Nakladna kuća ITD Gaudeamus d.o.o., Požega

Jukić, M. (2007): Vrednovanje prostora za izbor lokacije odlagališta radioaktivnog otpada u Republici Hrvatskoj, Diplomski rad, Agronomski fakultet Sveučilišta u Zagrebu, Zagreb.

Majdandžić, Lj. (2010): Solarni sustavi, Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku, Osijek

Martinović (ur.) (1998): Baza podataka o hrvatskim tlima, Državna uprava za zaštitu okoliša, Zagreb.

Martinović, J. (2000): Tla u Hrvatskoj, Državni zavod za zaštitu prirode, Zagreb, str. 270.

Martinović, J. (2003): Gospodarenje šumskim tlima u Hrvatskoj, Šumarski institut Jastrebarsko, Hrvatske šume Zagreb, Zagreb, str. 525.



Marušič, J. (1987): Načrtovalska analiza in vrednotenje krajine – skripta.

Marušič, J., et.al. (1998): Metodološke osnove (uvodni svezak), Regionalna razdelitev krajinskih tipov v Sloveniji, Ministerstvo za okolje in prostor RS, Urad RS za prostorsko planiranje, Ljubljana

Marušič, J. (1999): Okoljevarstvene presoje v okviru prostorskega načrtovanja na ravni občine, I zvezek: Varstvo okolja v občini: Zakonodaja. Problemi. Poti za njihovo razreševanje, ONIX, Ljubljana.

Marušič, J. (1999): Okoljevarstvene presoje v okviru prostorskega načrtovanja na ravni občine, II zvezek: Modeli v načrtovanju, Vrednotenje, Vrednost, ONIX, Ljubljana.

Marušič, J. (1999): Okoljevarstvene presoje v okviru prostorskega načrtovanja na ravni občine, III zvezek: Kompleksni okoljevarstveni postopki v prostorskem načrtovanju, Komplekni postopki okoljevarstvenega načrtovanja, Izbor modelov ranljivosti, Priprava modelov, ONIX, Ljubljana.

Marušič, J. (1999): Okoljevarstvene presoje v okviru prostorskega načrtovanja na ravni občine, IV zvezek: Presoja predloga za cestno povezavo v severnem delu Ljubljane, ONIX, Ljubljana.

Matić, Z. (2007a): Sunčeve zračenje na području Hrvatske. Sveučilište u Splitu i Energetski institut Hrvoje Požar, Zagreb.

Matić, Z. (ur) (2007b): Vodič za korištenje Sunčeve energije u Primorsko-goranskoj županiji, Javna ustanova Zavod za prostorno uređenje Primorsko-goranske županije, Rijeka

Penzar, B., Penzar, I., Orlić, M. (2001): Vrijeme i klima hrvatskog Jadrana, Nakladna kuća Dr. Feletar, Zagreb.

### Prostorno planski dokumenti

Prostorni plan Primorsko-goranske županije, Službeni glasnik Primorsko-goranske županije (14/00, 12/05, 50/06).

Program zaštite okoliša u Primorsko-goranskoj županiji za razdoblje 2006. – 2009.

Strategija zaštite okoliša Primorsko-goranske županije (2005)

Program održivog razvijanja otoka Primorsko-goranske županije (2005)

### Propisi

Zakon o zaštiti prirode (NN 70/05, 139/08)

Zakon o zaštiti okoliša (NN 110/07)

Zakon o prostornom uređenju u gradnji (NN 76/07 i 38/09)

Zakon o energetskoj politici (NN 68/01, 177/04, 76/07, 152/08)

Zakona o zaštiti i očuvanju kulturnih dobara (NN 69/99, 151/03, 87/09, 88/10)

Zakon o šumama (NN 140/05, NN 82/06, 129/08, NN 80/10, NN 124/10)

Zakon o vodama (NN 153/09)

Zakon o potvrđivanju Konvencije o zaštiti europskih divljih vrsta i prirodnih staništa (Bernska konvencija) (NN 06/00)

Zakon o potvrđivanju Konvencije o zaštiti migratornih vrsta divljih životinja (Bonnska konvencija) (NN MU 6/00)

Pravilnik o ocjeni prihvatljivosti plana, programa i zahvata za ekološku mrežu (NN 118/09)

Pravilnik o proglašenju divljih svojih staništa zaštićenim i strogo zaštićenim (NN 99/09)

Pravilnik o vrstama stanišnih tipova, karti staništa, ugroženim i rijetkim stanišnim tipovima te o mjerama za očuvanje stanišnih tipova (NN 7/06, NN 119/09)

Uredba o proglašenju ekološke mreže (NN 109/07)

Uredba o procjeni utjecaja zahvata na okoliš (NN 64/08, 67/09)



Pravilnik o utvrđivanju zona sanitarnih zaštitnih izvorišta (NN 55/02)  
Pravilnik o korištenju obnovljivih izvora energije i kogeneracije (NN 67/07)

### Korišteni izvori s web-a

[http://www.eihp.hr/hrvatski/e\\_obnovljivi.htm](http://www.eihp.hr/hrvatski/e_obnovljivi.htm)

[http://www.mojaenergija.hr/index.php/me/knjiznica/skola\\_energetike/15\\_sunceva\\_energija](http://www.mojaenergija.hr/index.php/me/knjiznica/skola_energetike/15_sunceva_energija)

<http://www.racunalo.com/racunala/svjetski-rekord-najveca-elektrana-na-solarne-celije-na-krovu-nogometnog-sta.html>

<http://www.cimahvar.org/forum/archive/index.php?t959.htm>

[http://hr.wikipedia.org/wiki/Solarna\\_fotonaponska\\_energija](http://hr.wikipedia.org/wiki/Solarna_fotonaponska_energija)

[http://hr.wikipedia.org/wiki/Solarne\\_termalne\\_elektrane](http://hr.wikipedia.org/wiki/Solarne_termalne_elektrane)

[http://en.wikipedia.org/wiki/Solar\\_cell](http://en.wikipedia.org/wiki/Solar_cell)

<http://www.nevadasolarone.net/the-plant>

[http://www.our-energy.com/videos/photovoltaic\\_principle.html](http://www.our-energy.com/videos/photovoltaic_principle.html)

[http://thefraserdomain.typepad.com/energy/2007/03/nevada\\_solar\\_on.html](http://thefraserdomain.typepad.com/energy/2007/03/nevada_solar_on.html)

[http://www.our-energy.com/solar\\_energy.html](http://www.our-energy.com/solar_energy.html)

[http://en.wikipedia.org/wiki/Solar\\_Energy\\_Generating\\_Systems](http://en.wikipedia.org/wiki/Solar_Energy_Generating_Systems)

[http://re.jrc.ec.europa.eu/pvgis/countries/europe/EU-Glob\\_opta\\_presentation.png](http://re.jrc.ec.europa.eu/pvgis/countries/europe/EU-Glob_opta_presentation.png)

<http://www.erec.org/renewableenergysources/csp-solar-power.html>

<http://www.solarpaces.org/Tasks/Task1/PS10.HTM>

