

КОРИШЋЕЊЕ ЕНЕРГЕТСКОГ ПОТЕНЦИЈАЛА ВЕТРА У ЦРНОЈ ГОРИ

Дејана Ђурђевић¹

Примљено: 22.01.2017. | Прихваћено: 18.07.2017.

АПСТРАКТ: *Истраживање о потенцијалу коришћења енергије ветра у Црној Гори спровело је Министарство за заштиту животне средине, копна и мора Републике Италије. Резултати су презентовани у студији Процена потенцијала обновљивих извора енергије (2007), где су као потенцијални локалитети за изградњу препозати Приморје, са средњом брзином ветра од 7-8m/s, и подручје око Никшића, где је средња брзина ветра 5,5-6,5m/s. Ако разматрамо само области које имају фактор капацитета преко 25%, закључујемо да Црна Гора располаже енергетским потенцијом ветра од 100MW. Уколико се узму у обзир и зоне са средњим потенцијалом та вредност достиже 400MW. Коришћењем поменутог енергетског потенцијала у циљу производње електричне енергије могло би да се обезбеди 20-25% годишње потрошње енергије у Црној Гори. Министарству економије су до сада достављени Извештаји анализе мерења потенцијала ветра за два локалитета, Крново и Можура. На локалитету Крново изградња ветропарка је почела у мају 2015. године, док се почетак радова на локалитету Можура очекујем у току 2017. године. Црна Гора је такође учесник Пројекта приобалних ветроелектрана, POWERED, чији је циљ истраживање потенцијала ветра на Јадранском мору.*

Кључне речи: *енергија ветра, Крново, Можура, POWERED, Црна Гора*

УВОД

У савременим условима интензивног пораста броја становника и све веће потрошње фосилних горива, пре свега нафте, угља и природног гаса, долази до значајних промена у животној средини. Сагоревањем фосилних горива ослобађају се гасови са ефектом стаклене баште који, уједно, мењају природни састав атмосфере. Као последица тога, долази до глобалног загревања и промене климе (Рајовић, Булатовић, 2013). О климатским променама, као главном еколошком проблему светске заједнице, расправљало се на бројним међународним скуповима и донешене су многе декларације. Иако не постоји јединствено решење које би спре-

¹ Париске Комуне 25, 21 000 Нови Сад, контакт: dejanadjurdjevic6@gmail.com

чило климатске промене, уочено је да већа употреба алтернативних извора енергије може значајно да смањи ниво угљен-диоксида (CO₂) и да их успори. Као један од атрактивнијих алтернативних извора енергије препознат је ветар. Снага ветра се од давнина користила за пловидбу, пумпање воде, покретање млинова, итд. Са развојем производње електричне енергије, развијала се и примена ветра у те сврхе. Енергију ветра су у почетку користили већи објекти који су удаљени од централне електричне мреже и фарме, да би се потом, приступило масовнијој изградњи ветрогенератора различитих величина, смештених на копну и води. Предности коришћења енергије ветра су непостојање гасова који загађују животну средину, релативно јефтино одржавање и чињеница да ветроелектране за свој рад не захтевају додатне изворе енергије (Микичић и др., 2006).

Процењено је да данас најмање 80 држава света користе енергију ветра за производњу електричне енергије. На крају 2014. године радило је више од 268 000 ветрогенератора који су учествовали у укупној производњи електричне енергије са 3%(GWEC, 2015).

На нивоу Европе, највећи потенцијал за коришћење енергије ветра имају Данска и Шпанија, где се до 2025. предвиђа пораст производње за 50%. Европа се налази на првом месту у изградњи ветрогенератора на води, са 90% од укупних светских ветрогенератора овог типа(GWEC, 2011). Захваљујући њима, избегнуто је испуштање 12,2 Mt CO₂ у ваздух. До сада је на њиховој изградњи директно и индиректно ангажовано око 57 000 радника, а предвиђено је да ће се тај број до 2020. повећати скоро четири пута. Коришћењем енергије ветра запосленост на нивоу ЕУ је порасла за 30%, а приход од производње је до 2010. износио 23 милијарде €. Према анкети која је спроведена 2013. године 70% становника ЕУ сматра да је будућност производње електричне енергије у алтернативним изворима (<http://www.ewea.org/wind-energy-basics/facts/>). Према истраживањима Рејерса и сарадника (Reyers et al., 2016), потенцијали ветра се смањују од северне и централне Европе, према јужној Европи и Медитерану, базирано на СМIP5 моделу који су користили за период до 2100. године.

Анализирајући просторе виших надморских висина у Југоисточној Европи, поред соларне енергије, енергије ветра карактерише значајним потенцијалом као енергије будућности (Бан и др., 2013). Полазећи од искуства земаља чланица ЕУ, неопходно је да се енергији ветра посвети више пажње у оквиру националних Стратегија енергетике (Микичић и др., 2006). Један од приоритета енергетске политике Црне Горе, која је у складу са енергетском политиком ЕУ, је и одрживи енергетски развој. Он подразумева истраживање потенцијала обновљивих извора енергије и повећање њиховог удела у укупној енергетској производњи. На основу Закона о енергетици и Стратегије развоја енергетике Црне Горе до 2030. године, донет је Национални акциони план коришћења енергије из обновљивих извора до 2020. године. Овим планом се дефинише динамика коришћења природних потенцијала, као и планирано коришћење технологија потребних за задовољење националног циља од 33% удела енергије произведе из обновљивих извора у укупној финалној потрошњи енергије. Поред Националног акционог плана, важан стра-

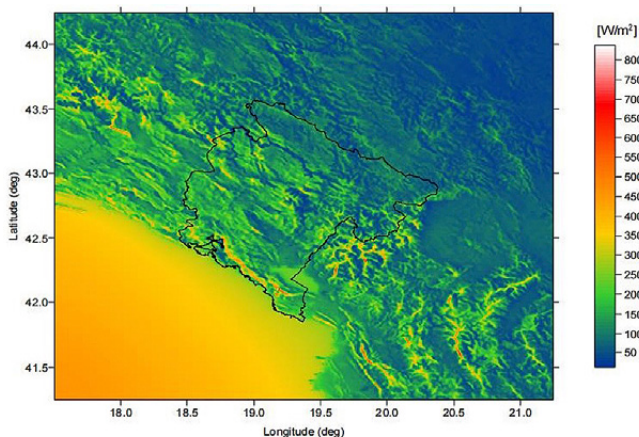
тешки документ је и Програм развоја и коришћења обновљивих извора енергије који се дефинише за период од десет година (<http://www.oie-res.me/>).

Циљ рада је да прикаже потенцијале енергије ветра у Црној Гори на основу досадашњих истраживања релевантних институција, затим презентује енергетски приход и искоришћеност енергије ветра на тренутно инсталисаним постројењима, као и да се представи уропредна анализа коришћења енергије ветра са земљама у окружењу.

ДОСАДАШЊА ИСТРАЖИВАЊА ПОТЕНЦИЈАЛА ЕНЕРГИЈЕ ВЕТРА

Истраживање о потенцијалу коришћења енергије ветра у Црној Гори спровело је Министарство за заштиту животне средине, копна и мора Републике Италије. Резултати су презентовани у студији Процјена потенцијала обновљивих извора енергије, 2007. Приликом анализе је најпре одређена теоријски средња брзина ветра и теоријски просечни потенцијал ветра на референтној висини од 50m. На основу односа између измерених и симулираних брзина ветра добијена је стварна средња брзина и стварни просечни потенцијал ветра у Црној Гори на висини од 50m (прилог 1).

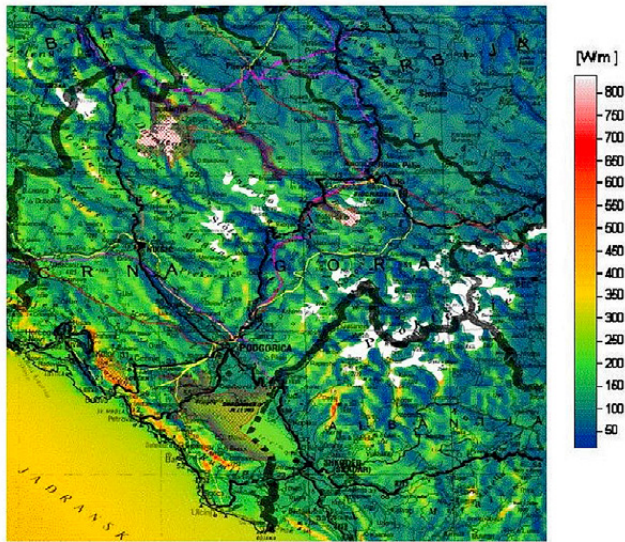
Даље је извршена детаљнија анализа која је обухватала потенцијална ограничења, као што су рељеф локалитета, његова приступачност, путна мрежа, близина заштићених предела, железничких пруга, електричне мреже и насељених места. На основу ове анализе дошло се до закључка да Црна Гора располаже значајним потенцијалом за коришћење енергије ветра на појединим локалитетима (прилог 2). На већем делу територије брзина ветра је мања од 5m/s, што је карактеристично за територију Централне Европе. Ипак, брзина се повећава идући ка приморју где достиже вредности од 7-8m/s. Поред приморја, интересантна је и област око Никшића где брзина ветра достиже вредности од 5,5-6,5m/s. Оба под-



Прилог 1. Стварни енергетски потенцијал ветра у W/m^2 на 50m н.в.

Извор: CETMA, 2007.

ручја су због развијене мреже далековода и путева препозната као потенцијални локалитети погодни за изградњу ветропаркова. Најветровитији су планински врхови где стварни енергетски потенцијал ветра износи преко 400W/m². Међутим, по свим другим карактеристикама, ови локалитети нису погодни за искоришћавање. Од свих националних паркова, једино НП Ловћен може да буде погодан за коришћење енергије ветра због развијене инфраструктуре и велике брзине ветра (Министарство за заштиту животну средину, копно и море Републике Италије, 2007).



Прилог 2. Стварни енергетски потенцијал ветра у W/m² на 50m н.в. уз релевантна ограничења

Извор: CETMA, 2007.

Због недовољно развијене саобраћајне инфраструктуре (изузев неколико погодних локација) било би најпогодније изабрати мање турбине, због лакшег превоза њихових саставних делова. Са друге стране, инсталирање већих генератора би произвело и већу количину електричне енергије, што би амортизовало трошкове усавршавања путне инфраструктуре. Даље је извршена прелиминарна анализа економских параметара у случају конкретне изградње ветрогенератора у Црној Гори. Анализирани су разни сценаријуми за различите факторе капацитета (20,25,30%) који одговарају различитим средњим брзинама ветра (6,1,6,4 и 7m/s) за ветрогенераторе номиналне снаге 850kW.

Ако разматрамо само области које имају фактор капацитета преко 25%, закључујемо да Црна Гора располаже енергетским потенцијом ветра од 100MW. Уколико се узму у обзир и зоне са средњим потенцијалом та вредност достиже 400MW. Коришћењем поменутог енергетског потенцијала у циљу производње електричне енергије могло би да се обезбеди 20-25% годишње потрошње енергије у Црној Гори (CETMA, 2007).

ЛОКАЦИЈЕ ВЕТРОПАРКОВА У ЦРНОЈ ГОРИ

Од стране надлежног Министарства, издато је неколико дозвола за мерење и истраживање потенцијала ветра на територији Црне Горе. У питању су компаније: Fersa Energias Renovables¹ (дозвола за подручје општина Тиват, Бар, Улцињ, Подгорица и Будва), Ivicom wind² (Горње и Доње Крново, Никшић), NTE³ (Румија, Бар) и Dekar (Румија, Бар).

Министарству економије су до сада достављени Извештаји анализе мерења потенцијала ветра за два локалитета, Крново и Можура. Поред тога, Завод за хидрометеорологију и сеизмологију Црне Горе врши мерења брзине и правца ветра на висини од 10m, на аутоматским станицама у Подгорици, Бару, Никшићу, Колашину, Жабљаку, Пљивљима, Херцег Новом и Улцињу (www.oie-res.me).

Црна Гора је и учесник прекограничног IPA Adriatic пројекта – POWERED. Циљ пројекта је истраживање потенцијала ветра на Јадранском мору. Реализује се постављањем мреже анемометара дуж обале Јадранског мора. Анализом добијених података препознаће се најповољније локације за постављање ветрогенератора (www.powered-ipa.it).

ЛОКАЛИТЕТ КРНОВО

Крново је травната висораван, окружена огранцима Војника која се степеничasto спушта према Никшићком пољу (Радојичић, 2015). Налази се на територији три општине: Никшић, Шавник и Плужине. Планираним пројектом изградњено је 26 ветрогенератора (прилог 3), два надземна далеководна (Крново-Брезна и Брезна-Кличево), две нове трафостанице (Крново и Брезна) и зграде за управљање ветроелектраном. Изградња је започета у мају 2015., а радови су завршени у октобру 2016. године. Тренутно је у поступку добијање употребне дозволе, након чега ће се ветропарк ставити у пробни рад два до три месеца (www.bankar.me). Излазна снага ветроелектране ће бити 72MW, а планирана годишња производња 200 до 230 GWh. Ветроелектране су постављене на надморској висини од око 1500m, док се ветрогенератори налазе на релативној висини од 85m. У близини локације ветроелектране постоје куће и други објекти који се користе као катуни. Најближе село је Грозд (2,3km), док је најближи град Шавник (6,5km). Далековод прелази преко неколико села. Шест кућа је удаљено до 200m од коридора, а најближа је удаљена само 88m. Минимална дозвољена удаљеност од коридора далековода је 60m.

¹ Fersa Energias Renovables SA је једна од водећих светских компанија које се бави алтернативним изворима енергије, са седиштем у Барселони, Шпанија. Поседују и планирају изградњу нових ветропаркова у: Индији, Панами, Шпанији, Кини, Француској, Италији, Мађарској, Црној Гори, Пољској, Естонији и Русији.

² IVICOM Consulting GmbH је компанија која се бави саветовањем, пројектовањем и вођењем градње у индустријским постројењима. Основана је 1991., са седиштем у Бечу.

³ Nord-Trøndelag Elektrisitetsverk AS (NTE) је компанија за производњу електричне енергије, са седиштем у Стајнкјору, Норвешка. У њиховом власништву је 28 хидроцентрали и два ветропарка, а водећа су компанија за изградњу ветрогенератора дуж обале Норвешке.

Табела 1. Резултати мерења брзине ветра (m/s) за период од 09.09.2008 до 09.09.2009.

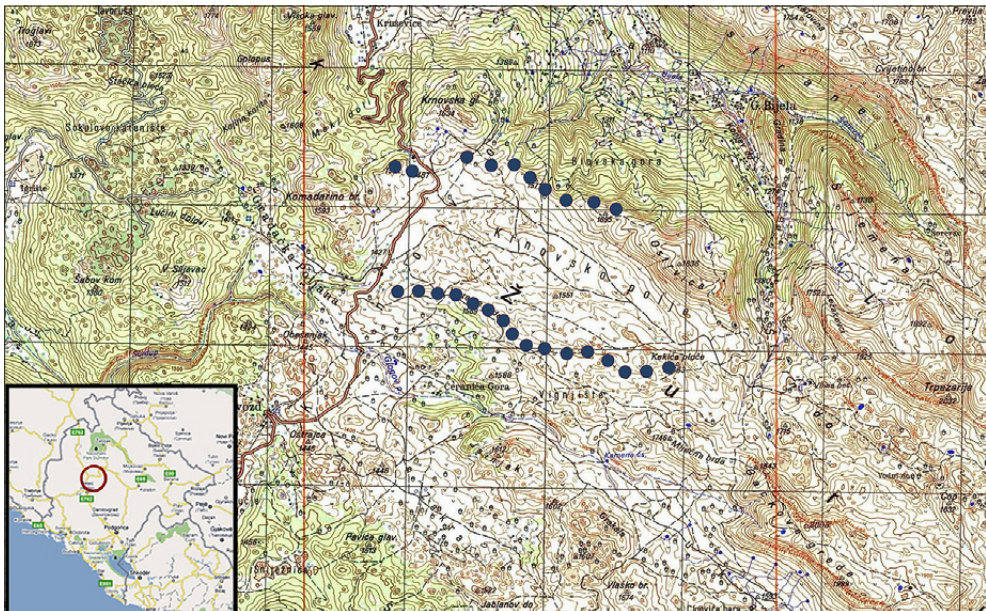
Месец	IX	X	XI	XII	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	год.
Гвозд	6.22	5.29	5.58	8.11	6.66	9.09	8.66	5.01	5.61	5.24	5.34	6.07	7.74	6.24
Буковик	6.01	4.77	5.22	6.93	5.12	8.46	7.53	4.44	4.99	4.18	4.33	5.15	7.52	6.47
Коњско	4.29	3.96	4.51	6.89	4.68	6.75	6.55	3.89	4.48	прекид мерења			5.66	

Извор: <http://www.oie-res.me/uploads/archive/Izvjestaj%20o%20mjerenjima%20-%20Krnovo.pdf>

Пројекат, чија је вредност 120 милиона евра, реализују фирма Ivisom wind и Akuo energy, застуник за изградњу је Krnovo Green Energy, а финансијери су EBRD, Немачка банка за развој и француска Инвестициона компанија за промовисање економске сарадње Proparco (www.bankar.me). Приликом изградње испуњени су сви стандарди у вези са заштитом животне средине и радним условима. Реконструисани су постојећи асфалтни путеви и изграђени су нови путеви за које се очекује да у будућности утичу на повећање броја туриста и спортских активности у овом крају. На пројекту је запослен већи број радника, што доприноси и развоју локалне заједнице.

Могући негативни утицаји који се очекују током фазе рада су: оштећеност путева приликом грађевинских радова и превоза ветрогенератора, могући негативни утицај ветрогенератора на птице и слепе мишеве и производња буке приликом рада ветрогенератора (KGE, 2015).

И поред набројаних негативних утицаја, пројекат има велики значај за економију и одрживи развој Црне Горе. Највећи ветропарк у Региону значајно ће допри-



Прилог 3. Положај ветрогенератора унутар ветропарка Крново

Извор: KGE, 2015

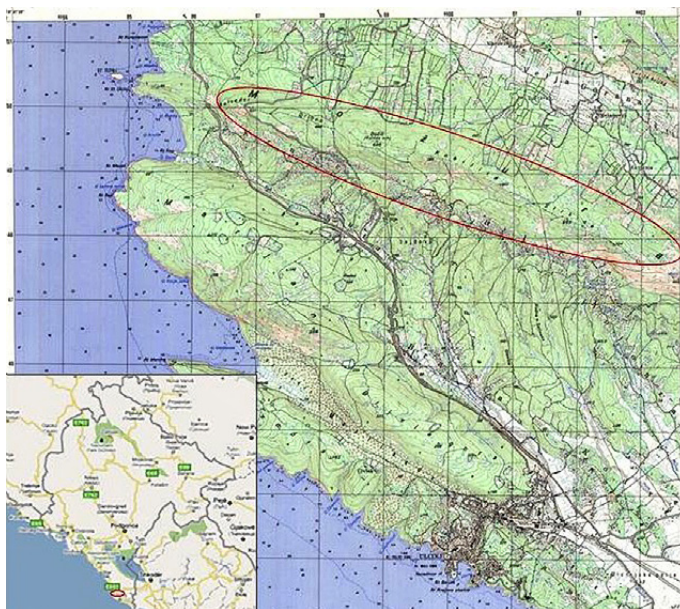
нети остварењу енергетских циљева Црне Горе до 2020. године, који обавезују да 33% укупне потрошње буде из обновљивих извора енергије.

ЛОКАЛИТЕТ МОЖУРА

Брдо Можура(622m) се налази на Приморју, између Бара и Улциња (прилог 4). Због богате биолошке разноврсности прогласено је Подручјем од посебног значаја.

У периоду од 2008-2009. године на овом локалитету су вршена осматрања за потребе изградње ветроелектране од стране компаније Fersa Energias Renovables. Измерена је брзина ветра на висинама од 40,60 и 68m. Добијени резултати су представљени у Извештају анализе мерења потенцијала ветра на локалитету Можура,2009 (табела 2).

Црна Гора је закључила Уговор о закупу земљишта и изградњи вероелектране инсталисане снаге 46MW 5.јула 2010. Овим уговором је државно земљиште дато у закуп компанији Fersa Energias Renovables на период од 20 година. Министарство одрживог развоја и туризма је 2015. године издало грађевинску дозволу за изградњу ветроелектране, међутим поменута компанија је пренела права и обавезе из Уговора на компанију *Enemalta corporation* која је показала велико интересовање за инвестирање у енергетски сектор у Црној Гори. Тренутно се на овој локацији изводе припремни радови који обухватају припрему приступне путне инфраструктуре, као и ископавање терена за будуће ветрогенераторе. Почетак главних радова очекује се у првим месецима 2017. године. Пројектом је предвиђе-



Прилог 4. Географски положај брда Можура

Извор: ТК 1:25 000, Исечак из ОТК, лист Улцињ,ВГИ, 1980

но постављање 23 ветрогенератора са по 2MW инсталисане снаге (www.bankar.me).

Табела 2. Висина мерења и брзина ветра за период 22.05.2008-22.05.2009. године

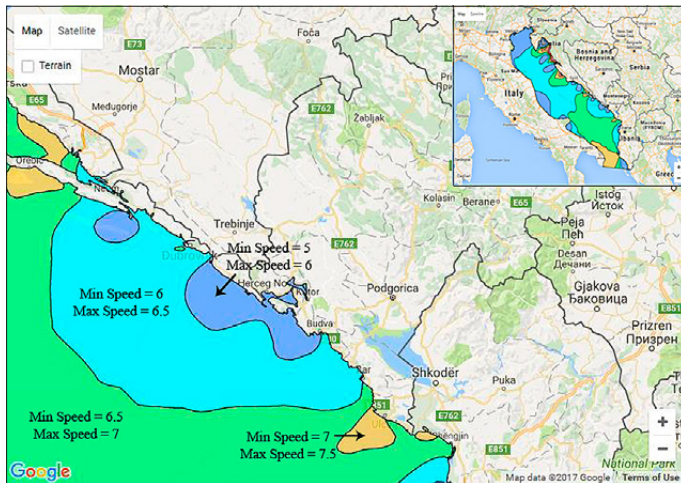
Висина	Добијени спасени подаци у %	Снимања	U* макс. m/s	U* мин. m/s
68.0 m	100.0	52488	28.8	5.8
60.0 m	100.0	52488	28.6	5.7
40.0 m	100.0	52488	28.1	5.6

Извор:<http://www.oie-res.me/uploads/archive/Izvjestaj%20o%20mjerenjima%20-%20Mozura.pdf>

ПОДРУЧЈЕ ЈАДРАНског МОРА

Црна Гора је учесник Пројекта приобалних ветроелектрана, POWERED, који је финансиран путем IPA Adriatica. Иницијатор и водећи партнер пројекта је покрајина Абруцо у Италији. Остали партнери на овом пројекту су представници Црне Горе, Хрватске и Албаније. Циљ пројекта је истраживање потенцијала ветра на Јадранском мору ради изградње могућих приобалних ветроелектрана. У ту сврху су дуж Јадранског мора, на копну и на пучини, на висини од 40-60m, постављени анемометри (www.oie-res.me).

На територији Црне Горе постављена је једна анемометарска станица која се налази у околини Улциња. Састоји се од осам метеоролошких торњева, са по пет анемометара и четири сензора за правац ветра, који су постављени на пет различитих надморских висина: 45, 40, 30, 20 и 10m (<http://www.powered-ipa.it/>).



Прилог 5. Карта брзине ветра на Јадранском мору (територија Црне Горе) на референтној надморској висини од 90m

Извор:<http://www.powered-ipa.it/>

На основу добијених прелиминарних података урађена је карта брзине ветра на референтној надморској висини од 90m (прилог 5).

ДИСКУСИЈА И ЗАКЉУЧНА РАЗМАТРАЊА

Производња електричне енергије из обновљивих извора енергије и смањење производње електричне енергије из постројења која користе фосилна горива доприноси смањењу емисије штетних гасова, пре свега угљен-диоксида (CO₂), а самим тим и смањује ниво загађености ваздуха. Обновљивост и трајност енергије ветра обезбеђује поуздано и сигурно снабдевање електричном енергијом, а могућност запошљавања у току фазе изградње, рада и одржавања ветропаркова доприноси развоју локалне заједнице (KGE, 2015). Истовремено, уводе се еколошки чисти извори енергије, тј. зелена енергија (ESMAP, 2005; Микичић и др., 2006; Рајовић и Булатовић, 2013).

Поред бројних позитивних одлика коришћења ветра за производњу електричне енергије, постоје и негативне стране: почетна улагања капитала су велика, због тога што се граде на изолованим локацијама трошкови транспорта су већи, а приступ је тежи, што је нарочито карактеристично за простор Црне Горе. Поред економских фактора, значајно је истаћи и утицај ветроелектрана на животну средину. Он се огледа у нарушавању пејзажа, производњи велике буке и потенцијалној опасности за птице и слепе мишеве.

Као и сви остали механички уређаји, и ветрогенератори производе буку одређене јачине приликом рада. Већи део ове буке је маскиран самим звуком ветра. Последњих година, дизајн ветрогенератора је усавршен тако да је производња звука сведена на минимум. Поред тога, приликом изградње, важан је и одабир адекватне локације и изолационог материјала како би се негативни утицаји свели на минимум.

Због тога што захтевају отворен терен, већина ветрогенератора је веома уочљива и има велики утицај на изглед пејзажа. Међутим, њихова видљивост не мора нужно да умањи естетску вредност предела. У томе помажу Стратегије за избор локације. Једна од тих Стратегија предлаже да се постави мањи број ветрогенератора на различитим местима унутар веће зоне, као и да се приликом изградње користе већи и много ефикаснији модели.

Један од највећих и најзначајнијих негативних ефеката изградње ветроелектрана је њихов утицај на смртност птица и слепих мишева. Иако је овај ефекат везан и за изградњу других грађевина као што су димњаци, светионици, високе зграде, радио и ТВ пријемници, он је и брига индустрије ветра. Оно што је привукло пажњу стручне јавности је чињеница да је у неким ветропарковима забележена већа стопа смртности, док је у неким она потпуно одсутна. Због тога су спроведена бројна истраживања о кретању, сударима и релевантном понашању птица и слепих мишева и могућим ублажавајућим мерама. Пројектанти су дужни да прикупе релевантне податке кроз мониторинг постојећег стања и Проце-

ну утицаја планираног стања. За ублажавање негативних ефеката важан је и избор локације.

Ветрогенератори не производе никакве издубне гасове и једину опасност по загађење животне средине представљају мале количине уља које се користи за подмазивање, одржавање хидраулике и изолације. Због тога је могућност загађивања земљишта и подземних вода минимална(<http://windeis.anl.gov/>).

Процењено је да данас најмање 80 држава света користе енергију ветра за производњу електричне енергије. На нивоу Европе, највећи потенцијал за коришћење енергије ветра имају Данска и Шпанија. На подручју Југоисточне Европе највећи потенцијал ветра има Република Србија (1300MW), затим Босна и Херцеговина (900MW) и Хрватска (750MW). Црна Гора располаже енергетским потенцијом ветра од 400MW, уколико се узму у обзир и зоне са средњим потенцијалом. Такође, анализе Бана и сарадника (Ban et al., 2013), простор Црне Горе располаже са умереним интензитетом енергије ветра.

Коришћењем поменутог енергетског потенцијала у циљу производње електричне енергије могло би да се обезбеди 20-25% годишње потрошње енергије. Министарству економије су до сада достављени Извештаји анализе мерења потенцијала ветра за два локалитета, Крново и Можура. На локалитету Крново, изградња ветропарка је почела у мају 2015. године, док се почетак радова на локалитету Можура очекује у марту,ове године. Црна Гора је, заједно са Хрватском, Албанијом и Италијом, учесник Пројекта приобалних ветроелектрана, POWERED, који је финансиран путем IPA Adriatica, што ће омогућити дефинисање нових локалитета погодних за изградњу ветропаркова, нарочито уз приобални део Јадранског мора.

ЛИТЕРАТУРА

- Ban, M., Perković, L., Duić, N., Penedo, R. (2013). Estimating the spatial distribution of high altitude wind energy potential in Southeast Europe. *Energy*, 57, 24-29.
- СЕТМА (2007). Процена потенцијала обновљивих извора енергије у Црној Гори. Министарство за заштиту животне средине, копна и мора Републике Италије, 1-20.
- ESMAP (2005). Renewable Energy Potential in Selected Countries. Volume I: North Africa, Central Europe, and the Former Soviet Union and Volume II: Latin America. The International Bank for Reconstruction and Development and The World Bank, Washington D.C, pp. 106.
- GWEC (2011). Global Wind Report - Annual market update 2011. Global Wind Energy Council, Belgium, 1-68.
- GWEC (2015). Global Wind Statistics 2014. Global Wind Energy Council, Belgium, 1-4.
- KGE (2015). Пројекат ветроелектрана Крново. Krnovo Green Energy d.o.o., Подгорица, 1-7.
- Mikičić, D., Radičević, B., Đurišić, Ž. (2006). Wind Energy Potential in the World and in Serbia and Montenegro, *Facta Universitatis*, 19, 47-61.

- Радојичић, Б. (2015). Црна Гора, Географски енциклопедијски лексикон. Универзитет Црна Гора, Филозофски факултет Никшић.
- Rajović, G., Bulatović, J. (2013). Geographical view on energetic sources of climate northeastern Montenegro. *International Letters of Natural Sciences*, 3, 1-6.
- Reyes, M., Moemken, J., Pinto J.G. (2016). Future changes of wind energy potentials over Europe in a large CMIP5 multi-model ensemble. *International Journal of Climatology*, 36, 783-796.

ИНТЕРНЕТ СТРАНИЦЕ:

- <http://www.ewea.org/wind-energy-basics/facts/>
- <http://www.greenchipstocks.com/>
- <http://www.oie-res.me/>
- <http://www.powered-ipa.it/>
- <http://krnovo-ge.com/>
- <http://www.bankar.me/>
- <http://windeis.anl.gov/>