

ОЦЕНКА НА ВЕТРОЕНЕРГИЙНИЯ ПОТЕНЦИАЛ В ИЗБРАНИ
РАЙОНИ ОТ СЕВЕРОИЗТОЧНА БЪЛГАРИЯ: КРУМОВО*Зоя Матеева, Антон Филипов*

Целта на настоящата работа¹ е да направи оценка на потенциала за производство на електроенергия от вятъра в един от регионите с най-добри ветрови ресурси у нас – Североизточна България. В това изследване специфичните местни географски особености на региона са отчетени на примера на района около с. Крумово. Климатичната оценка на ветровия ресурс в този район включва поетапно преминаване през избора на подходящи опорни метеорологични станции и интерполация на стойностите им, изследване на посоката и скоростта на вятъра за хипсометричните нива на района, както и по 100-метров алтиметричен профил над подстилащата повърхнина, и изчисляване на ветроенергийния капацитет в района. Параметрите на тази територия са разгледани и по отношение на инфраструктурната ѝ обезпеченост, залесеността, земеползването и близостта ѝ до защитени територии. На тази основа е направена оценка на рентабилността на електропроизводството в района от различни модели ветрогенератори. Характеризирана е и опасността за ветропарковете от възникване на неблагоприятни и опасни геодинамични процеси.

ОБЩА ХАРАКТЕРИСТИКА НА ИЗСЛЕДВАНИЯ РАЙОН

Районът е разположен в западната част на Франгенското плато, на около 20 km западно от брега на Черно море и на около 10 km северно от Варненското и Белославското езеро. Територията му обхваща около 6000 dka в три землища на община Аксаково, Варненска област: с. Новаково, с. Крумово и с. Любен Каравелово. Надморската височина на тази територия варира между 320 и 363

¹ Научният принос на настоящото изследване се разпределя, както следва: методична постановка, оценка на ветровия ресурс в района по хипсометричен и алтиметричен профил, изчисляване на ветроенергийния капацитет, обработка на изходни бази от климатични данни, геодинамична опасност, таблично и графично представяне – З. Матеева; теренни проучвания, физикогеографска характеристика, изследване на експозиции, наклони, земеползване, инфраструктура, защитени територии, компютърни симулации на електропроизводство и ГИС-интерпретации и картографиране – А. Филипов

m, без наличие на значими позитивни форми на релефа. Най-сериозното топографско разчленение се обуславя от близостта на изворните части на р. Батова (фиг. 1 – приложение).

Защитени зони: Районът е разположен в територия, свободна от екологична защита, но е в близост до две от зоните на Европейската екологична мрежа „НАТУРА 2000“, а именно: зона „BG 000102–Река Батова“ и „BG 0000107–Суха река“ (фиг. 10 – приложение). И в двете зони основната цел на защита е:

- Запазване на площта и мястото на местообитание на видовете и техните популации;

- Запазване на естественото състояние на природните местообитания и на характерния за тези условия видовете състав;

- Възстановяване при необходимост на площта и естественото състояние на приоритетни природни местообитания и популации на видовете.

Защитата в тези зони се разпростира основно върху субконтинентални перипанонски храстови съобщества, като представители на флората, и върху малък подковонос, лалугер, видра, обикновена блатна костенурка и др., като представители на фауната. В този контекст на защита, в района не съществува забрана за изграждане на ветроенергийни съоръжения.

Залесеност: Районът на Крумово обхваща предимно обработваема орна земя, в чиято периферия, в ниските участъци на речните долини, се намират масиви от естествена горска растителност с преобладаващи видове от източен дъб и габър, със средна височина на дървостоя от 8 до 12 m. Те не представляват съществен фактор за трансформиране на структурата на въздушния поток по посока и по скорост, от гледна точка на ветроенергийния му потенциал (фиг. 1 и 2 – приложение).

Земеползване: Структурата на земеползването в района включва 6 класа: ненапоивана, обработваема орна земя; населени места; индустриални зони; горска покривка; трайни насаждения и пасища.

Най-широко е застъпен клас 1 – „ненапоивана, обработваема орна земя“, в рамките на който попадат изцяло терените, подходящи за изграждане на ветропаркове в района (фиг. 2 – приложение).

Инфраструктурна обезпеченост (транспорт, електропреносна мрежа): Транспортната достъпност на района е много добра благодарение на близостта му до пристанище Варна, аерогара Варна, жп линията София-Варна и автомагистрала Шумен-Варна. През района преминава път 29 от второкласната пътна мрежа Аксаково-Добрич, а също така и пътища от третокласната пътна мрежа, свързващи селата Новаково, Любен Каравелово и Крумово с основните пътни артерии. През територията на района преминават и няколко електропровода 20 kV от националната електроснабдителна мрежа (фиг. 1 – приложение)

ОЦЕНКА НА ВЕТРОЕНЕРГИЙНИЯ ПОТЕНЦИАЛ

КРАТКА МЕТОДИЧНА ПОСТАНОВКА

Ветроенергийният потенциал в района на Крумово е изследван чрез набор от специализирани показатели, както следва:

1. Средни дневни, месечни и годишни стойности на скоростта и посоката на вятъра на стандартна височина на ветромера;
2. Алтиметрични стойности на скоростта на вятъра по 100-метров профил над земната повърхност при 10-метрова алтиметрична стъпка;
3. Енергиен капацитет на ветровия поток.

Параметрите на вятъра в изследвания локалитет са получени въз основа на интерполация на изходна метеорологична информация от опорни метеорологични станции от Националната метеорологична мрежа (НММ), представителни за физикогеографската специфика на локалитета. Използвани са хомогенни статистически редици от данни за 40-годишен наблюдателен период. Изходните данни се базират на ежедневни анемометрични измервания, провеждани в стандартните срокове на наблюдение – 7.00, 14.00 и 21.00 h. Основен уред за наблюдение на вятъра в НММ е ветромерът на Вилд, с лека плочка за скорости до 20 m/s и с тежка плочка – за скорости между 20 и 40 m/s. С този уред се определят моментните, т.е. усреднените за 2-минутен интервал, пулсации на скоростта на вятъра. Всички уреди в системата на НММ са тарирани и метрологично поддържани. По правило те са разположени на височина 10 m над земната повърхност.

Изменението на скоростта на вятъра по височинен (алтиметричен²) профил под влияние на определящия фактор грапавост на подстилащата повърхнина е изчислено въз основа на следната логаритмична зависимост:

$$v_2 = R \cdot v_1, \quad \text{където:} \quad R = \frac{h \frac{z_2}{z_0}}{h \frac{z_1}{z_0}},$$

v_2 – търсената скорост на височина z_2 , v_1 – известната скорост на височина z_1 ;
 z_0 – грапавостта на подстилащата повърхнина.

Енергийният капацитет на ветровия поток е изчислен по стандартната формула $r \cdot v^3$, където r е плътността на въздуха, а v – скоростта на вятъра.

Плътността на въздуха се определя по следната зависимост:

$$p = 1.275(1 \pm 0.001p')(1 - 0.0037t),$$

където: p' – отклонение на средното локално атмосферно налягане от 1000 hPa;
 t – средна локална температура на въздуха (И в а н о в, 1985).

ОЦЕНКА НА РЕСУРСА

Районът на Крумово има специфично географско положение на границата между две от основните климатични области в страната – умереноконтинентална и преходна (В е л е в, 2010). Намирайки се в подобно макроклиматично положение, районът носи съответни характерни климатични белези, попадайки

² Алтиметрично ниво – височинното ниво над подстилащата повърхнина

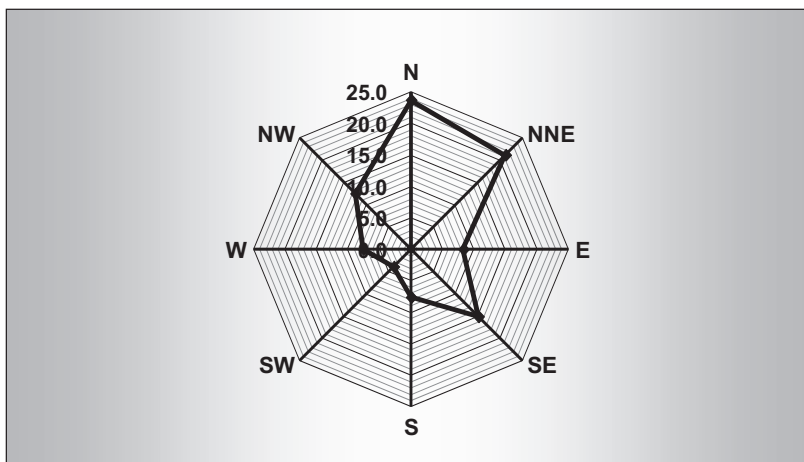
под циркуляционното влияние както на Исландските циклони, така и на Източноевропейския/Сибирския антициклон.

При стандартна височина на ветромерера 10 m над подстилящата повърхнина средната годишна скорост на вятъра на хипсометрично³ ниво 350 m е около 4,9 m/s, което го причислява към III район от територията на страната – „много благоприятен за развитие на ветрова енергетика“. Останалите два района – I и II, имат средни годишни скорости на вятъра съответно под 2 m/s („неблагоприятен“) и между 2 и 4 m/s („умерено благоприятен“) (Ф и л и п о в, Г а н ч е в, 2007).

Скоростта на вятъра в изследвания локалитет има добре изразен годишен ход, с максимум в периода януари–март (средна месечна скорост около 7 m/s). Посочената стойност се отнася за най-високото хипсометрично ниво на района – 350 m, където се предполага, че следва да бъдат разполагани ветровите турбини. На същото ниво, за което ще отнасяме и останалите изводи, най-ниски са скоростите на вятъра през м. юли – средно месечно 2,9 m/s.

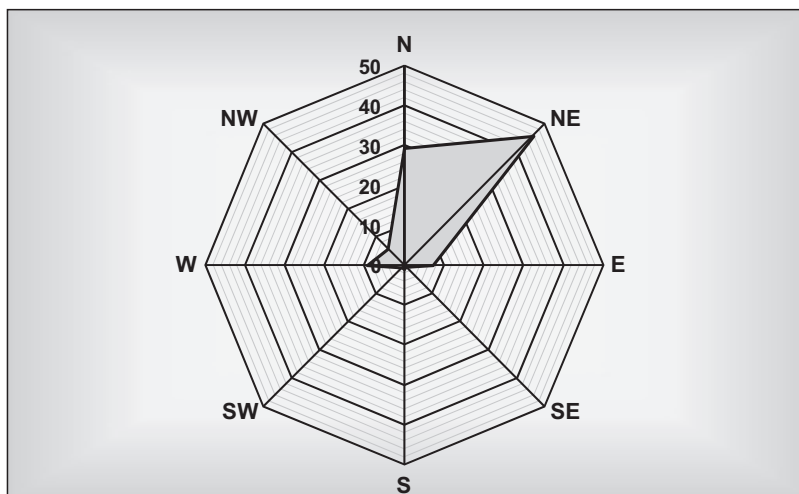
Основните посоки на въздушния пренос в района са от север и североизток. От тези посоки духат и най-силните ветрове (фиг. 3 и 4). Броят на дни със силен вятър (над 14 m/s) следи годишния ход на скоростта на вятъра, с максимум през м. март (фиг. 5). Максималната скорост на вятъра, обезпечена да се случва минимум веднъж на година, е 24 m/s; на 5 години – 29 m/s; на 10 години – 32 m/s. Това означава, че поне веднъж на 5 години в района на Крумово може да се прояви вятър с ураганна скорост (> 29 m/s).

Дневният ход на скоростта на вятъра има добре изразен пик в обедния срок на наблюдение, когато стойностите са средно с около 35 % по-високи, отколкото в сутрешните часове, и с 43 % по-високи, отколкото във вечерните часове. Тези разлики се засилват през топлото полугодие, с максимум през м. септември, когато надхвърлят 50 %. През студеното полугодие дневните

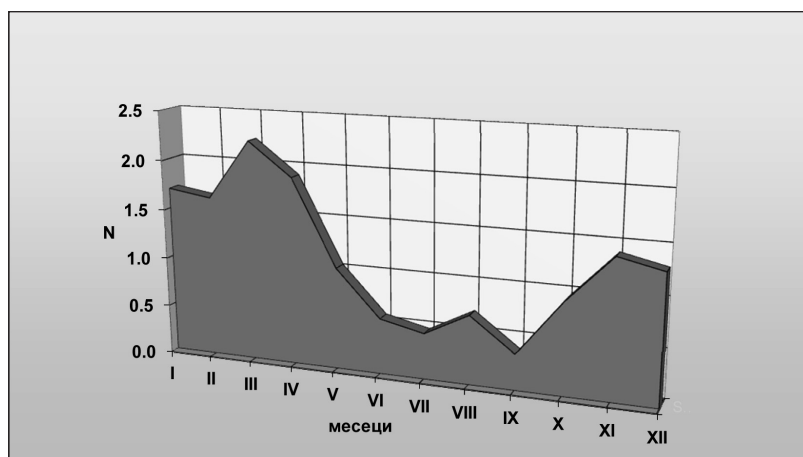


Фиг. 3. Средна годишна роза на вятъра по посока (%) в района на Крумово

³ Хипсометрично ниво – височинното ниво над морското равнище



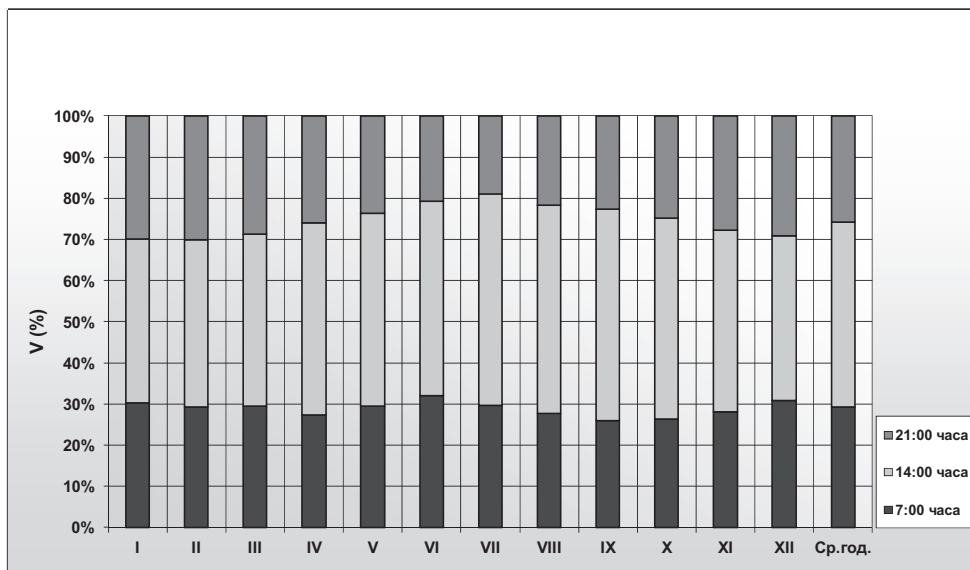
Фиг. 4. Средна годишна роза на силните ветрове по посока, Крумово



Фиг. 5. Брой на дни (N) със силен вятър (> 14 m/s) в района на Крумово

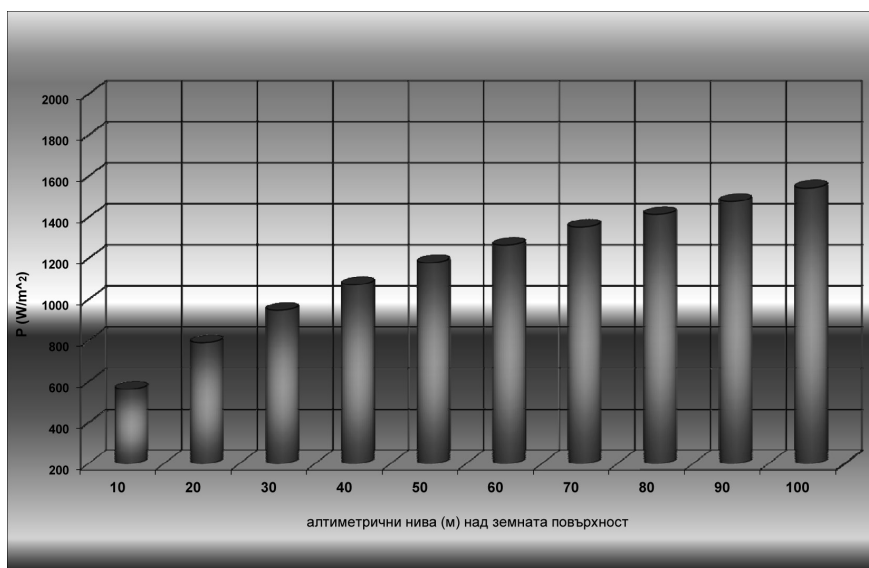
контрасти в скоростта на вятъра намаляват, най-значително през декември-януари – около 25 % (фиг. 6).

В алтиметрично отношение скоростта на вятъра се увеличава средно с 0,2–0,5 m/s на всеки 10 m, което кореспондира с теоретичната стойност на увеличение за този клас на грапавост на подстилащата повърхност (фиг. 7 – приложение). Използвайки логаритмична функция за апроксимиране на вертикалния профил на скоростта на вятъра установяваме, че на височина 80 m (каквато е минималната височина на съвременните ветрогенератори) скоростта на вятъра е 6,7 m/s средно годишно, а през месеца на максимум – януари, тази скорост нараства на 11,1 m/s. През юли, когато се наблюдава годишният минимум, скоростта на вятъра на 80 m алтиметрична височина не пада под 3,5 m/s.



Фиг. 6. Годишен ход на средната срочна скорост на вятъра (V) в района на Крумово

Енергийната мощност на ветровия поток за хипсометрично ниво 350 m и алтиметрично ниво 80 m е 1851 W/m^2 средно годишно (фиг. 7 и фиг. 9 – приложение). През месеца на максимум тези стойности нарастват над 6000 W/m^2 , а през месеца на минимум са около 370 W/m^2 .



Фиг. 8. Алтиметрично изменение на средния годишен ветроенергиен потенциал (P) в района на Крумово

Оценката за прогнозното средно годишно електропроизводство се основа на резултатите от климатичната оценка за средногодишна скорост на вятъра за ниво 80 m над земната повърхност (6,7 m/s) и три различни по мощност ветрогенератора: 1 MW, 1,5 MW и 2 MW, с диаметър на ротора от 54 до 72 m и височина на кулата 80 m (табл. 1):

Т а б л и ц а 1

*Електропроизводство от различни модели ветрогенератори
в района на изследване*

Показател	1 MW (NEG Micon 1000/54)	1,5 MW (NEG Micon 1500/72)	2 MW (NEG Micon 2000/54)
Електропроизводство (kWh/y)	2168216	4068752	4461351
Ефективни часове	2168	2712	2230

ГЕОДИНАМИЧНИ ОПАСНОСТИ ЗА ВЕТРОЕНЕРГИЙНИТЕ СЪОРЪЖЕНИЯ

В България се проявяват почти всички неблагоприятни явления от ендегенен и екзогенен произход, които представляват потенциална опасност при изграждане на ветроенергийни съоръжения.

(1) Ендегенни явления

- Бавни тектонски движения

По отношение на бавните тектонски движения районът на Крумово попада в умерено стабилна зона с положителни вертикални движения на земната кора, равняващи се на около +0,5 – +1,0 mm годишно.

- Внезапни тектонски движения (земетресения)

Районът се намира в зона с най-ниската, първа степен на сътресяемост, с магнитуд на евентуална земетръсна дейност под 5,0 (VI степен). В земната кора не се наблюдава натрупване на еластични напрежения, представляващи източник на катастрофални трусове.

(2) Ендо-екзогенни явления – свлачища, срутища, пропадъчни процеси, блокови тип гравитационни нарушения

Локалитетът в по-общ план е част от регион с периодична активизация на свлачищно-срутищни процеси, особено по ръбовете на позитивните геоморфоложки форми. В по-едър план липсват данни за пропадъчни процеси и блокови тип гравитационни нарушения по територията на локалитета.

(3) Екзогенни явления

Ерозионните процеси в района имат ниска степен на интензивност. Плаващият наносен отток се движи в границите между 1 и 150 t/km² средно

годишно, което е най-ниската възможна степен. Липсват данни за съществено техногенно натоварване на релефа.

Направеното изследване показва, че районът на Крумово притежава много благоприятен ветроенергиен потенциал, подходящ за изграждане на мащабни ветрогенераторни паркове. Прецизирането на структурата и размера на ветропотенциала може да се разкрие въз основа на по-детайлни измервания на място и микроклиматични анализи на района.

Наред с това, препоръчително е при по-нататъшни подобни изследвания, при евентуално изграждане на ветроенергийни паркове в района, да се направи анализ и оценка на социално-икономическия статус на общината, с цел обективно преценяване на нагласите на местното население, възможностите за разкриване на нови работни места, с оглед местния потенциал за задоволяване на потребностите от работна ръка, използването на земята за земеделски нужди и целесъобразността от трансформиране на земеползването за целите на ветроенергетиката и т.н

ЛИТЕРАТУРА

- В е л е в, Ст. Климатът на България. Изд. „Херон Прес“ ООД, С., 2010.
- И в а н о в, П. Разпределение на преобладаващия вятър над България. – Проблеми на географията, кн. 3, 1985.
- М а т е в а, З., А. Ф и л и п о в. Среден годишен ветроенергиен потенциал. – В: „България – Географски Атлас“. Изд. Тангра ТанНакРа, С., 2010.
- Ф и л и п о в, А., Л. Г а н ч е в. Ветроенергиен одит. – Год. на СУ, кн.2 – География. Изд. на СУ, 2007.
- х х х Климатичен справочник на НР България, IV том Вятър, под ред. на М. Кючукова, „Наука и изкуство“, С., 1982.
- х х х Климатът на България. Монография, АИ „Проф. М. Дринов“, София, 2001.
- A g n e w, M. D., J. P a l u t i k o f. GIS-based downscaling of climate data for the Mediterranean basin using terrain Information. Seminar on data spatial distribution in meteorology and climatology. European Union COST Action 79; edited by Bindi M., Gozzini B. 1996.
- A n d e r s o n, R., M. M o r r i s o n, K. S i n c l a i r, D. S t r i c k l a n d. Studying wind energy/bird interactions: A guidance document. National Wind Coordinating Committee/RESOLVE, Washington, D.C. 1999.
- М а т е в а, З., А. Ф и л и п о в et al. Topographic experiment on wind field in the region of Voevodsko plato. – Journal Problems of Geography, book 4, 2009.

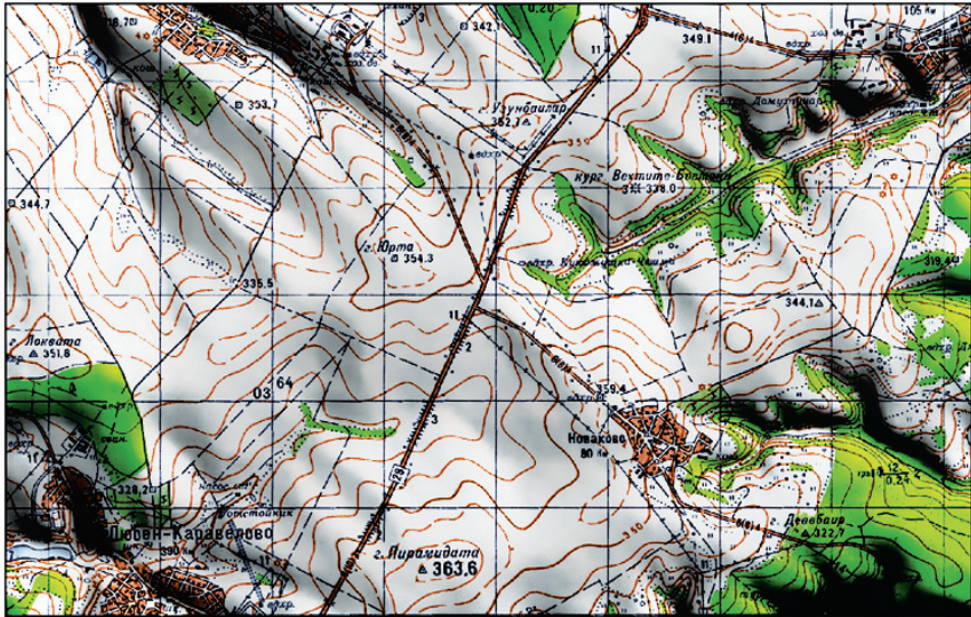
*Департамент География на НИГГГ при БАН,
ГГФ на СУ „Св. Кл. Охридски“*

ASSESSMENT OF WIND-POWER POTENTIAL IN CERTAIN REGIONS OF NORTHEASTERN BULGARIA: KRUMOVO

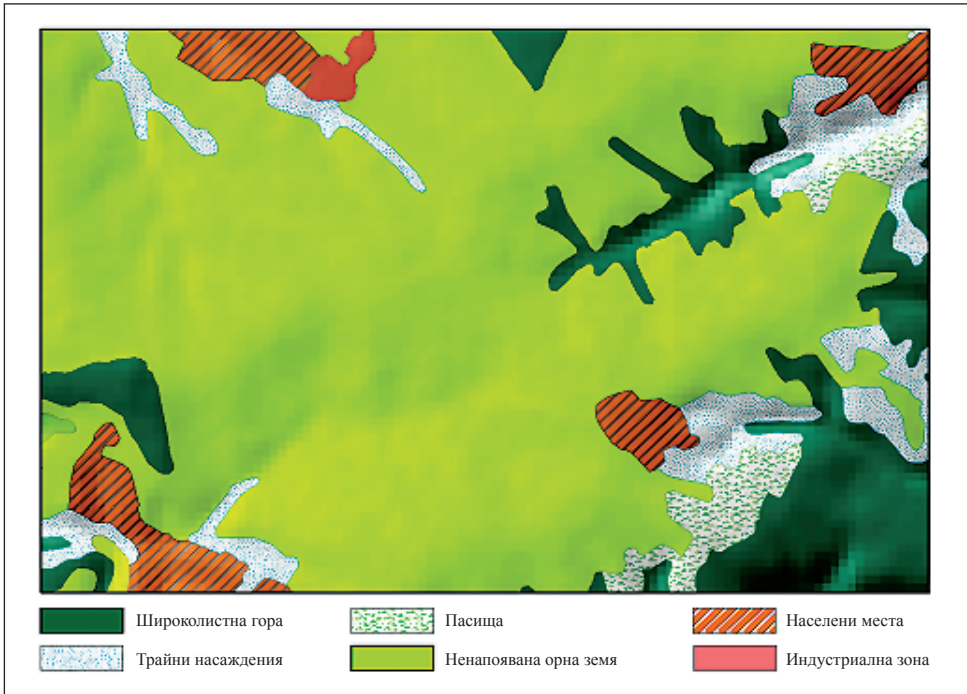
Z. Mateeva, A. Filipov

(S u m m a r y)

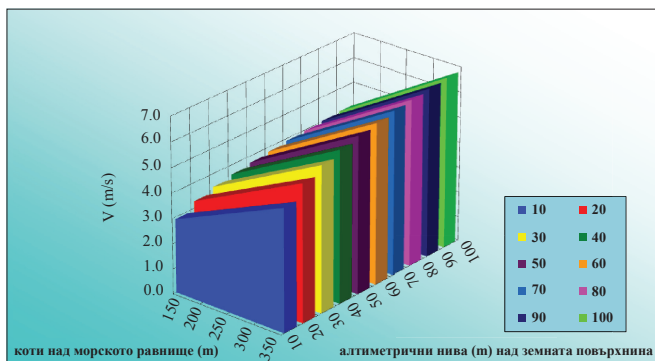
In this article the authors try to assess the potential for generating wind-power electricity in one of the regions with best wind resources in the country – North-eastern Bulgaria. The specific local geographical parameters are carefully considered on the basis of the case study area – the village of Krumovo and its surroundings. Other parameters are also taken into account, including: the proximity of the region to protected areas, the availability of wooded land and infrastructure, and land use. The wind resource climatic assessment involves analysis of the wind speed and direction by hypsometric levels and altimetric profile above the ground surface. The wind energy potential is calculated, which enables to assess the effectiveness of electricity output in the region, produced by different kinds of wind generators. Besides, attention is paid to the occurrence of some adverse geodynamic processes which might disturb the construction and functioning of wind parks.



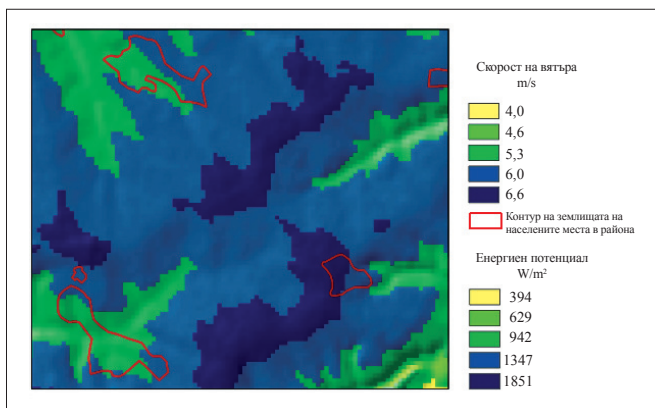
Фиг. 1. Топографска карта на района на изследване М 1:50000



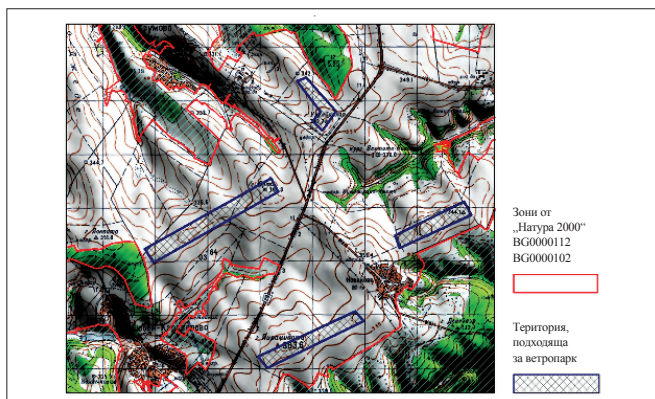
Фиг. 2. Карта на земеползването в района М 1:50000



Фиг. 7. Изменение на средната годишна скорост на вятъра (V) по алтиметричен и по хипсометричен профил в района на Крумово



Фиг. 9. Териториално разпределение на средната годишна скорост на вятъра и енергийния му капацитет на 80 m над земната



Фиг. 10. Защитени зони по „Натура 2000“ и територии, подходящи за ветропаркове в района на Крумово