



Изследване на вятъра

Проект „Вятърен парк Самуил“

СРС-България ООД.

ул. Ами Буе 72, офис 11

БЪЛГАРИЯ, 1612 СОФИЯ

Съдържание

1	Резюме	2
2	Информация за данни за вятъра.....	2
2.1	Описание на площадката	2
2.2	Регионален реанализ на „Коперник“ за Европа (CERRA).....	3
3	Резултати от данните за вятъра	4
3.1	Наличност на данните.....	4
3.2	Скорост на вятъра.....	4
3.3	Посока на вятъра	5
3.4	Ветрови профил	6
3.5	Съответни статистически данни за референтния период.....	7
4	Вятърен ресурс в района на проекта	8
4.1	Моделиране на въздушния поток	8
4.2	Изчисление на енергийния добив	8
4.3	Прогнозни условия на площадката.....	8
5	Заключение	10
6	Източници	11

1 Резюме

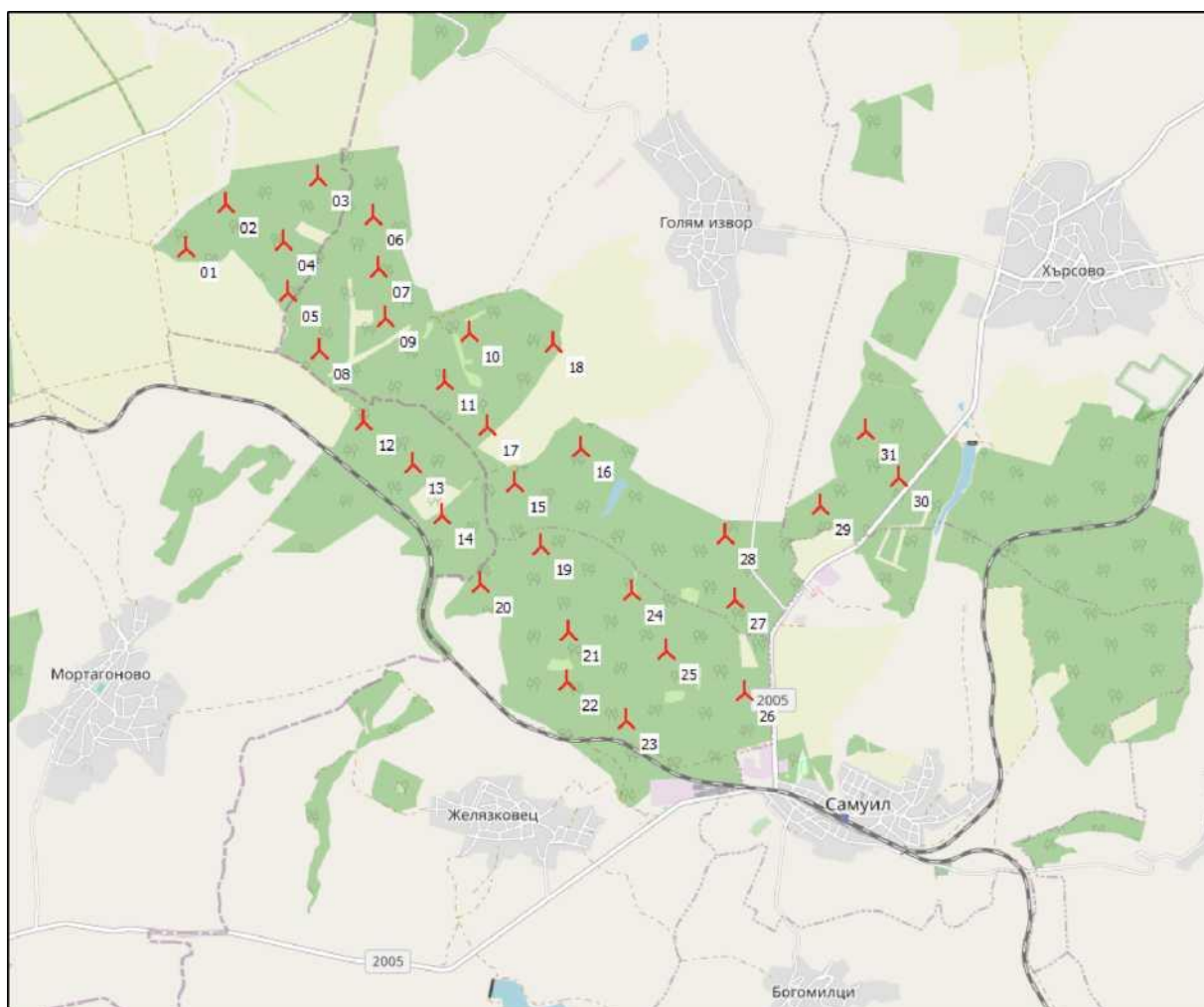
Референтен ветрови режим на площадката	
Дългосрочна средна скорост на вятъра на 180 m	6.7 m/s
Основна посока на вятъра (по честота)	270°
Вертикален градиент на вятъра (експонент на Хелман)	0.210

2 Информация за данни за вятъра

2.1 Описание на площадката

Твятърният парк „Самуил“ се намира в североизточната част на България, на около 12 km източно от центъра на град Разград. Село Самуил е разположено на 1 km южно от вятърния парк. Надморската височина на местата, където ще бъдат разположени турбините, варира приблизително между 365 m и 475 m. Турбините са разположени в гориста местност. Околната територия се характеризира с обширни земеделски площи, малки населени места и допълнителни горски масиви.

Изследването на вятъра се основава на данни от реанализа на вятъра CERRA, както и на описание на грападостта на терена и орографията в радиус от най-малко 10 km около местата на турбините. В рамките на проекта ще бъдат проведени и локални измервания на вятъра, които ще започнат през април 2026 г.



Фигура 1. Карта на площадката, включително ситуационен план

2.2 Регионалният реанализ на „Коперник“ за Европа (CERRA)

Регионалният реанализ на „Коперник“ за Европа (CERRA) представлява високорезолуционен регионален реанализ, обхващащ паневропейска територия. Той се предоставя в рамките на европейската програма „Коперник“ и се реализира чрез договор със Шведския метеорологичен и хидрологичен институт, с участието на Метео-France и Норвежкия метеорологичен институт като подизпълнители. Моделът предоставя данни с пространствена резолюция от 5.5 km. CERRA извършва детайлизиране (downscaling) до тази резолюция, като използва начални и гранични условия, предоставени от реанализните данни ERA5. Наборът от данни CERRA използва в значителна степен информация от дистанционни наблюдения, както и локални измервания, данни за морски лед и полета на температурата на морската повърхност.

CERRA се основава на системата за асимилация на данни HARMONIE-ALADIN и прилага триизмерен вариационен анализ (3D-Var). Асимилацията се извършва в осем цикъла на ден – в 00, 03, 06, 09, 12, 15, 18 и 21 UTC. Макар че много от мезомащабните набори от данни, използвани в индустрията за вятърна енергия, са разработени с помощта на модела WRF, в този случай използваният числен модел за прогнозиране на времето е HARMONIE-ALADIN. Моделът HARMONIE-ALADIN е разработен от консорциума ACCORD и се използва от множество метеорологични институти в Европа.

За изчисленията, свързани с вятърния парк „Самуил“, е използван следният специфичен за площадката набор от данни:

Информация за данните CERRA за „Самуил“	
Координати	UTM-ETRS89, Zone 35; E: 475.825; N: 4.818.474
Период	2006 - 2025 (20 years)
Измерени данни	скорост на вятъра, посока на вятъра, стандартно отклонение, температура на въздуха, атмосферно налягане, относителна влажност
Височини на измерване [m]	50, 75, 100, 150, 180 (synthesized), 200, 300
Времева резолюция	интервал на измерване от 1 час

Таблица 1. Преглед на данните CERRA, използвани за „Самуил“

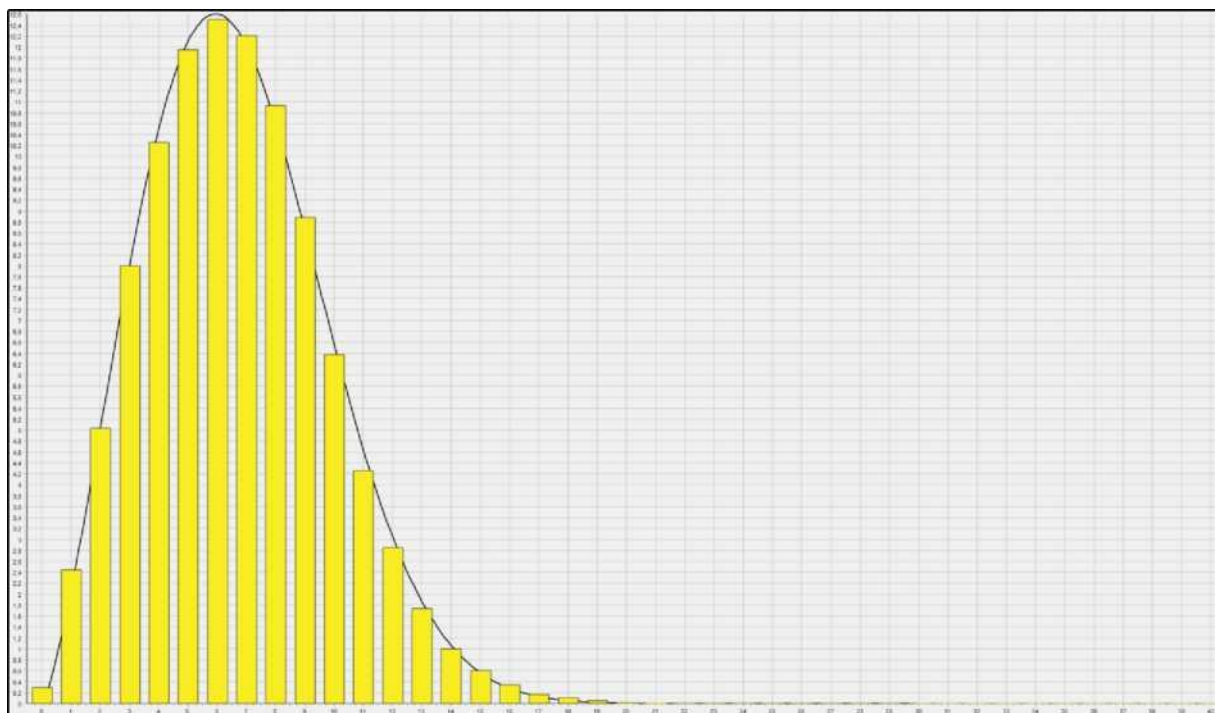
3 Резултати от данните за вятъра

3.1 Наличност на данните

За изследването на вятъра е избран стандартен за индустрията дългосрочен референтен период от 20 години, обхващащ периода 2006–2025 г. Това са всички пълни години с налични данни за вятъра. Тъй като използваните данни са реанализни, наличността на данните е 100,0% за всяка височина. Следващият раздел се фокусира конкретно върху височината на главината (hub) от 180 m.

3.2 Скорост на вятъра

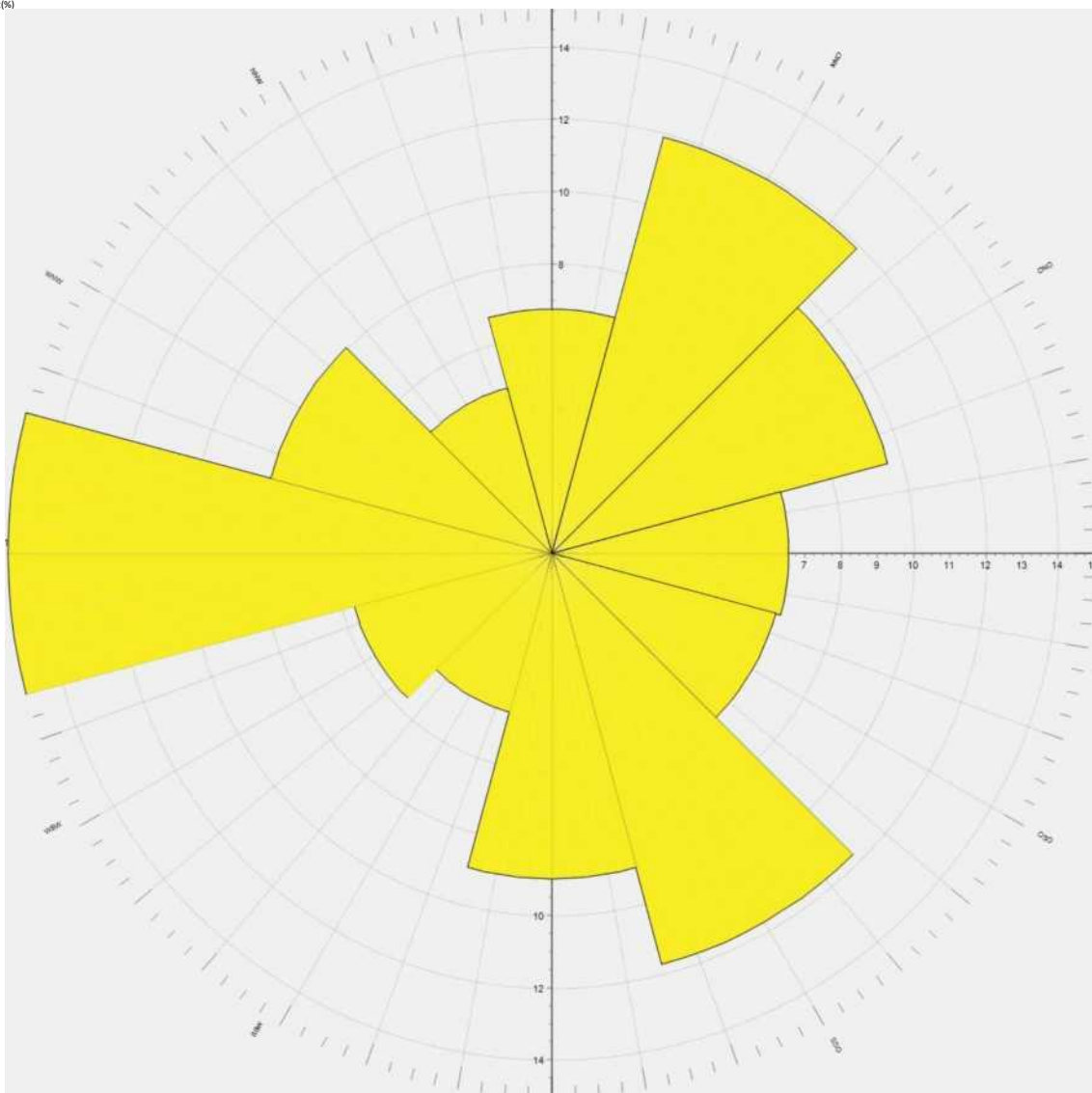
Средната скорост на вятъра на височина 180 m е 6,70 m/s. Следващата фигура показва разпределението по честота на скоростта на вятъра през референтния период на височина 180 m.



Фигура 2. Разпределение на Уейбул (Weibull) през референтния период на височина 180 m

3.3 Посока на вятъра

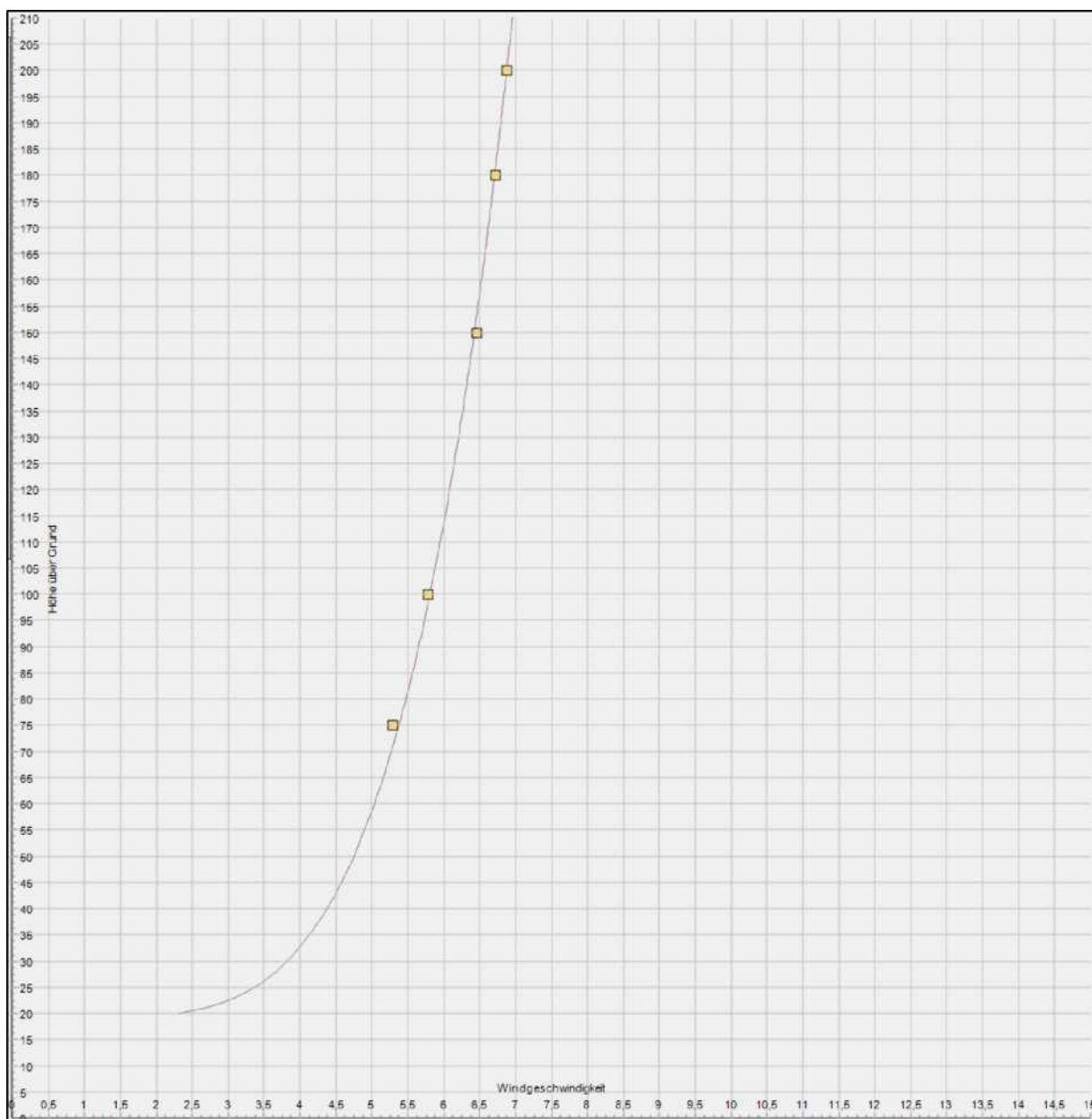
Основната посока на вятъра на височина 180 m е запад (270°). Освен това се забелязва значително увеличена честота на ветровете от северо-североизток (60°) и юго-югоизток (150°). Следващата фигура показва честотата на различните посоки на вятъра през референтния период.



Фигура 3. Роза на честотата на вятъра през референтния период на височина 180 m

3.4 Ветрови профил

Като се вземе предвид височина на смущение (displacement height) от 19 m поради близката гориста местност, вертикалният градиент на вятъра (експонент на Хелман) въз основа на измервателните нива на 50 m, 75 m, 100 m, 150 m, 180 m, 200 m и 300 m е 0.210. Следващата фигура показва ветровия профил с резултатите за различните височини.



Фигура 4. Ветров профил през референтния период (средна скорост на вятъра по оста X и височина над терена по оста Y)

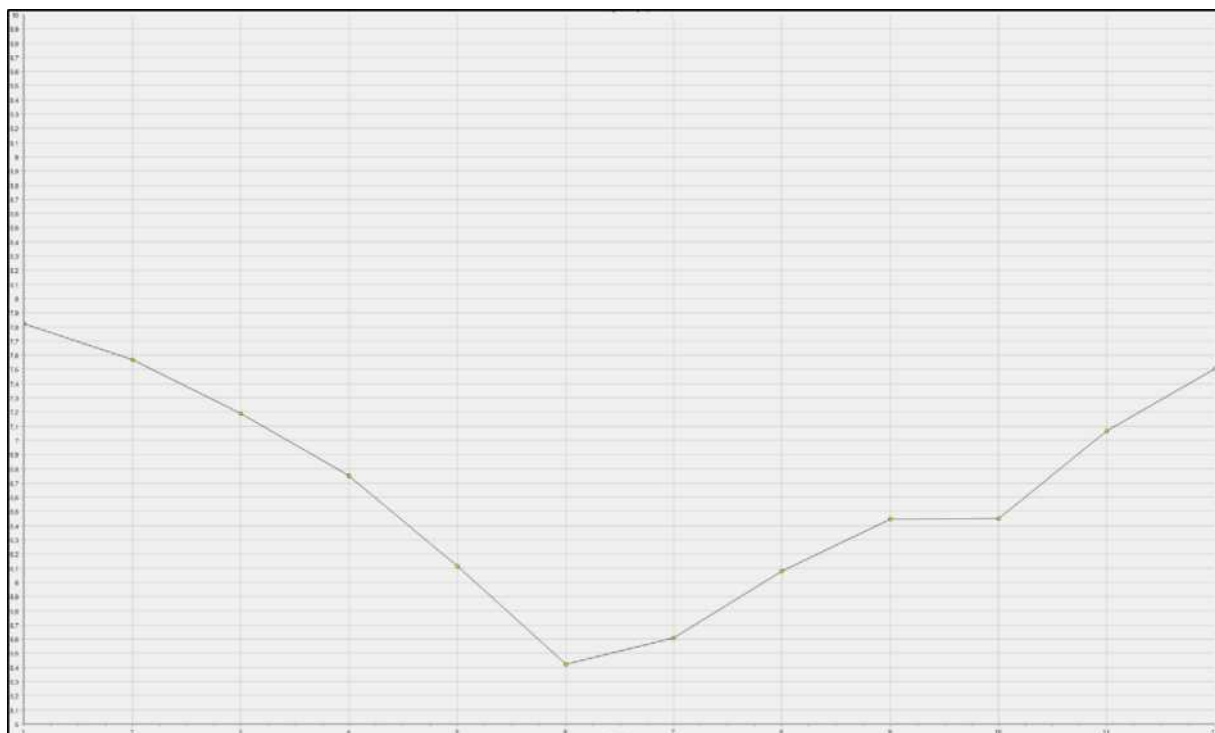
3.5 Съответни статистически данни за референтния период

Следващата фигура показва дневното разпределение на вятъра през референтния период на височина 180 m.



Фигура 5. Дневно разпределение на вятъра през референтния период на височина 180 m

Следващата фигура показва годишното разпределение на вятъра през референтния период на височина 180 m.



Фигура 6. Годишно разпределение на вятъра през референтния период на височина 180 m

4 Вятърен ресурс в района на проекта

4.1 Моделиране на въздушния поток

Референтните ветрови данни трябва да бъдат екстраполирани до височините на главините и координатите на предлаганите вятърни турбини. Това се извършва с

помощта на програмата "Wind Atlas Analysis and Application Program" (WAsP, версия 11) на Националната лаборатория Riso в Роскилде, Дания. Моделът на WAsP изисква подробен анализ на терена и околната среда на вятърния парк. Поради това е необходима достатъчна дигитализация на грапавостта и орографията на терена, обхващаща поне 10 km около местата на турбините. Резултатът от процеса на моделиране на въздушния поток е съвместното вероятностно разпределение на скоростите и посоките на вятъра на височина на главината за всяка предложена локация на турбините.

4.2 Изчисление на енергийния добив

Въздействието на въздушния поток от една турбина върху друга – т.нар. „wake effect“ (ефект на сянката), причинен от взаимното заслоняване между турбините, се моделира според модела на N.O. Jensen чрез програмата WindPRO (версия 4.2), разработена от Националната лаборатория Riso (Дания). За изчисленията на енергийния добив е избран модулът за времеви серии, където могат да се въведат параметри за отрицателното влияние на въздушния поток (wake decay). След внимателна оценка на турбулентните условия на площадката, за коефициента на разсейване на wake е зададена стойност 0.388. Производството на енергия се изчислява и при спокойни въздушни условия (без да се отчита ефектът на wake между турбините). Разликата между двете изчисления показва загубата на производство поради влиянието на въздушния поток (wake decay). За всички изчисления на енергийния добив се взема предвид средната плътност на въздуха на височина на главината за всяка турбина чрез трансформация на нормализираните мощности на турбините съгласно стандарта IEC.

4.3 Прогнозни условия на площадката

Районът се намира в североизточна България на Лудогорската плата, леко хълмисто възвишение в рамките на Дунавската равнина, достигащо над 450 m надморска височина. В непосредствената му околност се издигат някои от най-високите точки в цялата Дунавска равнина, включително хълм с 501 m надморска височина. Теренът се характеризира с комбинация от равни ридове, полегати склонове и широки понижения.

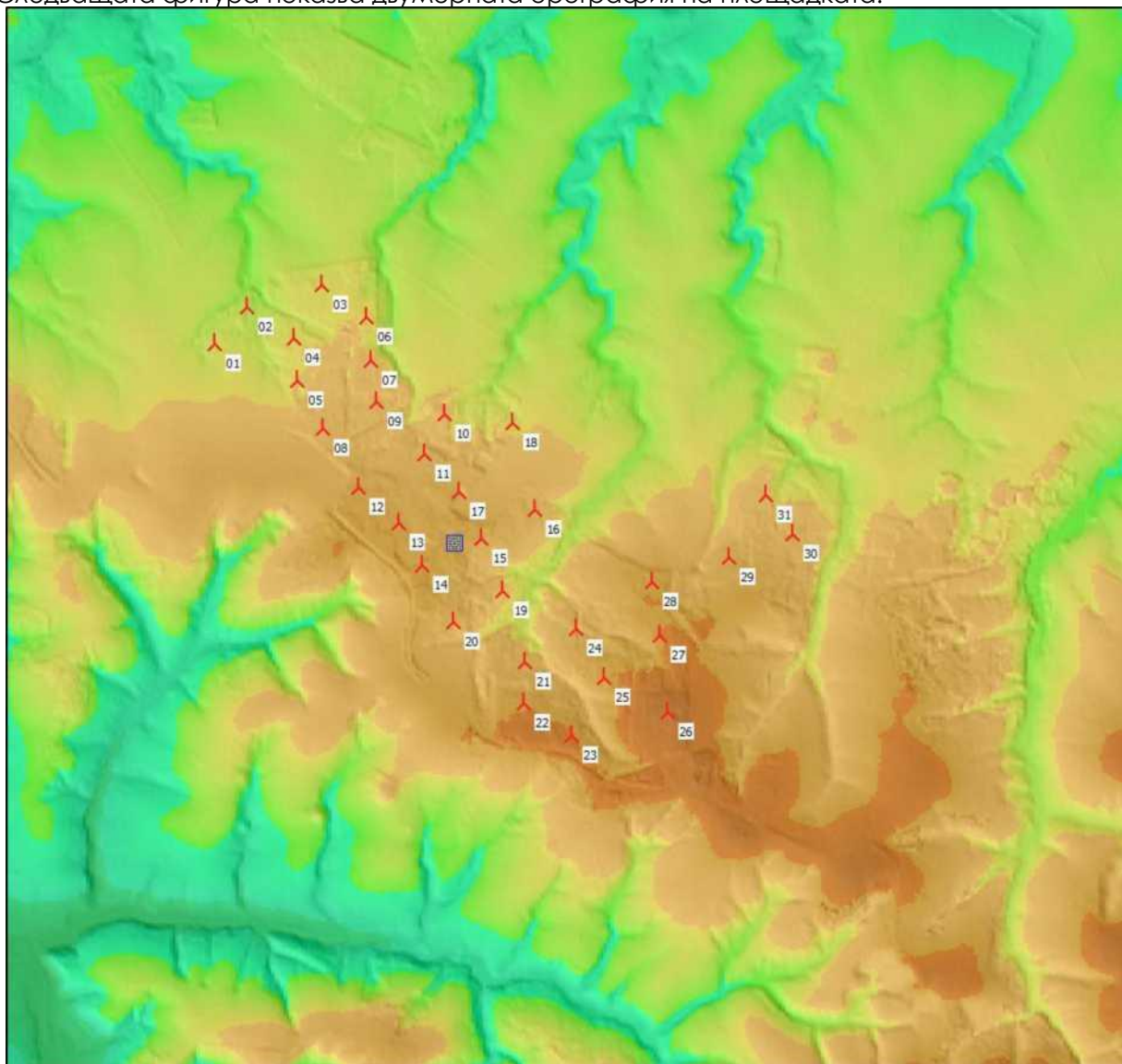
Вятърният парк е разположен върху Самуилски възвишения, локална зона с по-висока кота. Тези възвишения доминират в региона на изток и запад с плавно издигащи се ридове, които очертават естествените граници на платото. На изток и югоизток ридовете се издигат по-осезаемо, както се вижда в съседни населени места като Висока поляна, достигаща 483 m надморска височина.

Югозападно от вятърния парк теренът спада значително. В тази посока платото се спуска плавно към по-ниските понижения и басейни, което се отразява ясно в котите на околните населени места. Тази тенденция показва, че турбините са разположени върху локален водораздел или хълм, от който теренът спада към юг и югозапад. На северозапад релефът също намалява, но не толкова рязко, колкото на юг. Теренът тук е по-полегат в сравнение с изток или юг.

На изток и югоизток от Самуил, ридовете на Самуилските възвишения са по-изразени, като наклонът е по-отчетлив. Теренът тук изглежда като ридовиден, с типични продълговати върхове на платото, характерни за Лудогорския регион. На север от Самуил релефът варира между умерено и плавно спускащи се възвишения, което показва постепенно, но непрекъснато понижение на платото към северната Дунавска равнина.

Цялата зона около вятърния парк се характеризира с хармонично полегато до умерено хълмисто пространство, с широки ридове, ниски възвишения и плавно вдаден релеф. Районът е свободен от дълбоки речни долини; вместо това доминират плитки ерозионни понижения, структурно разделящи платото.

Следващата фигура показва двумерната орография на площадката.



Фигура 7. Двумерно представяне на орографията на площадката

Вятърният парк е разположен в гориста част на Лудогорската плата. Теренът около гористата зона се характеризира с ярко изразено земеделско използване, типично за Лудогорската платформа, където се намира селото. По-стръмните склонове и ридове са покрити предимно с по-малки групи дървета, живи плетове или разпръсната храстова растителност. Тези терени често се използват по-интензивно, например като пасища или обработваеми земи, бележещи прехода от интензивно земеделие към полуотворени хълмисти местности. В южните и югозападните понижения, където теренът спада от Самуил към по-ниските райони, тревните площи също са по-разпространени. Железопътната линия Русе–Каспичан–Варна е построена по сравнително полегатия терен южно от вятърния парк.

5 Заключение

Като се вземат предвид преобладаващите ветрови условия на площадката, се очакват следните годишни енергийни добиви при текущото планиране на вятърния парк (31 турбини с диаметър на ротор RD 175 m, мощност 7,0 MW и височина на главината НН 179 m):

№ на турбина (WTG)	Скорост на вятъра на височина на главината [m/s]	Брутен добив [MWh/год]	Загуби поради wake [%]	Нетен добив [MWh/год]
1	6,4	19.874,8	9,6	17.966,8
2	6,3	19.298,3	9,7	17.426,4
3	6,5	20.368,0	11,2	18.086,8
5	6,4	20.097,6	17,9	16.500,1
6	6,4	19.996,3	15,1	16.976,9
7	6,5	20.393,2	14,9	17.354,6
8	6,5	20.459,0	17,4	16.899,1
9	6,5	20.490,9	13,6	17.704,1
10	6,5	20.237,5	15,1	17.181,6
11	6,4	20.156,2	15,8	16.971,5
12	6,5	20.271,7	17,8	16.663,3
13	6,6	21.302,7	12,1	18.725,1
14	6,6	21.165,5	15	17.990,7
15	6,7	21.744,1	12,2	19.091,3
16	6,5	20.772,4	16,2	17.407,3
17	6,5	20.265,3	12,6	17.711,9
18	6,5	20.737,4	16,2	17.377,9
19	6,4	19.959,8	13,5	17.265,2
20	6,2	18.772,6	13,6	16.219,5
21	6,5	20.569,9	10,7	18.368,9
22	6,4	19.610,1	12,7	17.119,6
23	6,7	21.469,0	9,5	19.429,4
24	6,7	21.638,4	7,9	19.929,0
25	6,4	19.867,9	13,4	17.205,6
26	6,6	20.978,8	11,8	18.503,3
27	6,8	22.549,9	7	20.971,4
28	6,6	21.259,6	11,8	18.751,0
29	6,7	21.728,4	10,8	19.381,7
30	6,5	20.777,6	9,4	18.824,5
31	6,5	20.514,5	6,3	19.222,1
Общо	6,5	637.478,1	12,6	557.705,0

Таблица 2. Очаквани скорости на вятъра и енергийни добиви за всяка турбина (WTG)

Както бе показано в предишните раздели на този доклад, референтните ветрови условия на площадката в Самуил са много благоприятни, с ветрова скорост около 6,7 m/s на височина 180 m. Поради това местоположението на вятърния парк е подходящо

за проекти за вятърна енергия и предлага добри възможности за изграждане на рентабилен вятърен парк.

Според примерното изчисление на енергийния добив за турбина с мощност 7,0 MW, диаметър на ротора 175 m и височина на главината 179 m, очакваният нетен добив за 10 турбини е 557,7 GWh/година.

6 Източници

Въведение в регионалния реанализ на „Коперник“ за Европа (CERRA), Връзка: <https://climate.copernicus.eu/copernicus-regional-reanalysis-europe-cerra>, Дата: 17.02.2025