

ДОПЪЛНИТЕЛНА ИНФОРМАЦИЯ

Поискана от РИОСВ Варна с писмо № 26-00-2572/A21/13.06.2025 г.

към

**Искане за преценяване на необходимостта от извършване на
ОВОС Вх.№ 26-00-2572/A15/20.12.2024 г.**

за ИП „Промяна на главните параметри, намаляване на броя и оптимизиране на разположението на вятърните турбини на Вятърна електрическа централа (ВяЕЦ) „Крушари“ с обща мощност до 440 MW, състояща се от не повече от 55 вятърни турбини, разположени в землищата на с. Александрия, с. Добрин, с. Земенци, с. Загорци, с. Коритен, с. Крушари, с. Полковник Дяково, с. Поручик Кърджиево в община Крушари, област Добрич и с. Росица в община Генерал Тошево, област Добрич; изграждане на Повишаваща подстанция 30(35)/110 kV в ПИ 57234.15.43 и 57234.15.39 в землището на с. Полковник Дяково или в ПИ 57858.9.31 в землището на с. Поручик Кърджиево, Община Крушари; изграждане на Електропроводна въздушна линия 110 kV, свързваща Повишаващата подстанция 30(35)/110 kV с Възлова станция 110/400 kV, собственост на „ЕСО“ ЕАД на територията на Община Крушари; намаляване на общата дължина и актуализиране трасетата на подземните кабелни линии средно напрежение 30(35) kV, свързващи вятърните турбини с повишаващата подстанция 30(35)/110 kV“. (Уведомление № 26-00-2572/19.05.2023 г.)

I. Прогнозни изчисления на нива на шум и вибрации, при най-близко разположените обекти и зони, подлежащи на здравна защита и съпоставянето им с действащите норми и изисквания, като се направи оценка на нивото на шум при работа на ветрогенераторите. Оценка на кумулативния ефект и прогнозиране на общите нива на шум и вибрации за територията на самите ветрогенератори, и оценка на риска от възможни неблагоприятни въздействия върху здравето на постоянно или временно пребиваващите (работещите) на територията на ИП. Оценка на здравния риск за населението от съответните населени места в община Крушари и община Ген. Гошево и осигуряване на ефективна изолация на ветрогенераторите от шум, вибрации и инфразвук.

1. Основни параметри на шума

Звуци се наричат механичните трептения с честота от 16 до 20 000 Hz, разпространяващи се в материална среда (най-често въздух, но също и във флуиди, и твърди материали), които могат да бъдат възприемани от слуховия апарат на различни биологични видове, в т.ч. и от човешкия, като слухови усещания.

По-важните физични параметри, характеризиращи звуковите колебания са:

- **Честота** – брой трептения за 1 секунда, изразява се в Hz;
- **Звуково налягане** – разликата между моментната стойност на налягането в средата, в която се разпространяват звуковите вълни, и налягането в същата среда при липса на звукови вълни;
- **Интензитет на звука** – звуковата енергия, която преминава през единица площ (1 m^2) за единица време (1 s);
- Ниво на **звуково налягане** (ниво на **интензитета на звука**);

$$L_p = 20 \cdot \lg(p/p_0); \quad (L_I = 10 \cdot \lg(J/J_0))$$

където

L_p (L_I) е ниво на звуково налягане (интензитет на звука);

P (J) – ефективна стойност на звуковото налягане;

p_0 (J_0) - прагово значение; $p_0 = 2 \cdot 10^{-5} \text{ Pa}$

$J_0 = 10^{-12} \text{ W/m}^2$) при честота 1000 Hz

- Ниво на **звукова мощност**

$$L_w = 10 \cdot \lg(W/W_0)$$

където

W – мощност на звука;

W_0 – прагово значение на мощността на звука;

$W_0 = 10^{-12} \text{ W}$;

- **Ниво на звука – L_{xy}**

определено с шумомер при честотни корекции $x = A, B, C$ или D и при време на осредняване $Y = F, S$ или I ;

- **Еквивалентно ниво на звука –** определя се с използване на зависимостта

$$L_{eq} = q/0.3 \cdot \lg(1/T) \cdot \sum 10^{(0.3 \cdot L_i)/q \cdot t_i}$$

където

T - интервал от време, за който се определя еквивалентното ниво на звука;

L_i - стойност на нивото на звука в интервала t_i ;

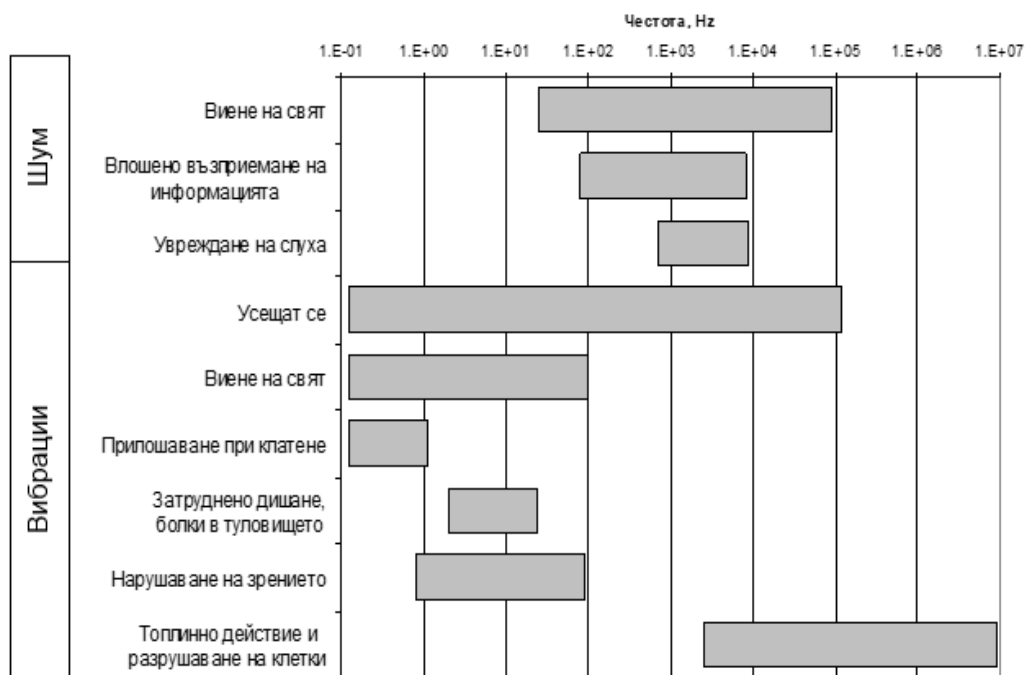
q - коефициент (обикновено се приема $q = 3 \text{ dB}$);

- **Сила на звука –** субективна оценка на възприемането интензитета на звука.

2. Влияние на шума върху човешкия организъм

Шум се наричат звуците, които са неприятни и/или нежелани, нарушават спокойствието и могат да бъдат опасни за здравето, предизвиквайки различни форми на функционален и структурен дискомфорт, като затруднено речево общуване, затруднено възприемане на звуковите сигнали от околната среда, намалена работоспособност. От санитарна и психо-физиологична гледна точка към шумовете се причисляват и тоновете (звуци с определена честота), оказващи вредно въздействие върху човешкия организъм.

Вредните въздействия на вибрациите и шума върху човека за различните честотни диапазони (инфразвук $f < 16 \text{ Hz}$; звуков диапазон $16 < f < 18\,000 \text{ Hz}$; ултразвук $f > 18 \text{ kHz}$) са систематизирани на Фиг. 1:



Фиг. 1. Въздействие на шума и вибрациите върху хората

Експериментално са установени резонансните честоти на частите на човешкото тяло:

- на гръдния кош – 2-12 Hz
- на краката – 2-8 Hz
- на стомаха – 4-12 Hz
- на главата – 20-30 Hz
- на очите – 60-90 Hz

Тогава когато вибрациите в тези честотни ленти са значителни, човек има болезнено усещане и дискомфорт в резултат от резонансни явления. Всичко това води до нарушения във вестибуларния апарат, прилошаване, нарушаване на дишането и сърдечната дейност, нарушаване на зрението. Повишените вибрации и шум в жилищата водят до нарушаване на условията за отдых и сън и последваща неефективна работа.

Въздействието на шума върху човека е не по-малко вредно от въздействието на киселинните дъждове и разрушаването на озоновия слой. Широкото внедряване в промишлеността на нови интензивни технологии, на мощно и високоскоростно оборудване, увеличаването на интензивността и скоростта на автомобилния, железопътния, водния и въздушния транспорт, приложението в бита на разнообразни битови прибори води към това, че човек на работа, в къщи или когато почива е подложен на вредното въздействие на шума.

Въздействието на шума върху човешкия организъм има три аспекта:

- социален;
- медицински;
- икономически.

Р. Тейлър, известен специалист в областта на акустиката, дефинира **социалното въздействие на шума** по следния начин: *„Човекът е достигнал съвременното ниво на цивилизация, в частност и благодарение на способността си да общува, а основната връзка при общуването между хората се осъществява чрез звуци и говор. Шумът пречи на това общуване, той понижава нормалната активност на човека и обеднява неговия живот”*.

Здравното въздействие на повишеното ниво на шум се изразява във влошаване на работата на нервната и сърдечно-съдовата система и предизвиква раздразнение, умора и агресивност. Продължителната работа в условията на повишено ниво на вибрации и шум води до развитие на неврит на слуховия нерв, вибрационна болест, повишаване на кръвното налягане, нарушения във вестибуларния апарат и до трайни професионални заболявания. Професионалните заболявания, свързани с шума, в развитите в икономическо отношение страни съставляват до 35% от общия брой професионални заболявания. Повишеното ниво на шум в околната и в домашната среда ограничава възможността за възстановяване и допълнително способства развитието на професионалните заболявания.

Икономическото въздействие на шума се заключава основно в понижаването на производителността на труда и в ръста на разходите за осигуряване на усъвършенствани машини с понижено ниво на шум. Всяко увеличаване на нивото на шум в производствените помещения с по 1-2 dB над 80 dB води до намаляване на производителността на труда с повече от 1%. Разходите за намаляване на нивото на шум на машините и агрегатите с 1 dB води до повишаване на общите производствени разходи с повече от 1%. Например, шумозаглушените компресорни агрегати са с до 40% по-скъпи от агрегатите без шумозаглушаване. В самолетостроенето разходите за шумозащита достигат 25% от стойността на самолета, а в автомобилостроенето – до 10%.

3. Конфигурация на ВЯЕЦ „Крушари“

Инвестиционното предложение на “КА ЕНЕРГИ” ЕООД предвижда изграждане на Вятърна електрическа централа (ВЯЕЦ) „Крушари“ с оптимизирани параметри, с вятърни електрогенератори, разположени в собствени имоти на инициатора на предложението, в землищата на с. Александрия, с. Добрин, с. Земенци, с. Загорци, с. Коритен, с. Крушари, с. Полковник Дяково, с. Поручик Кърджиево в Община Крушари и на с. Росица в Община Генерал Тошево, област Добрич. (Уведомление № 26-00-2572/19.05.2023 г. на “КА ЕНЕРГИ” ЕООД).

Изменението и оптимизацията на параметрите на вятърните турбини са необходими във връзка с внедряване на нови технологии, въведени в последните поколения вятърни турбини. Те повишават производителността, намаляват нивата на шум и включват мерки за опазване на биологичното разнообразие. Инсталирането на устройства за ограничаване на въздействието върху биологичното разнообразие, което вече е стандарт за новите вятърни паркове, намалява риска от сблъсъци и инциденти с птици. Така иновациите в турбините носят ползи както за възложителя, така и за всички заинтересовани страни.

ВЯЕЦ „Крушари“ е планирана в три възможни варианта – вариант от 2012 г. с обща инсталирана мощност до 237 MW, състоящ се от 79 броя вятърни електрогенератора с номинална мощност до 3,0 MW и вариант от 2023 г. с обща инсталирана мощност до 440 MW, състоящ се от 55 вятърни електрогенератора, като този вариант има два под-варианта – с турбини мощност 6,2 MW и с турбини с мощност 7,2 MW. Оперативните параметри на трите варианта са представени в Таблица 1:

Таблица 1
Вероятни модели на турбини за монтиране във ВЯЕЦ „Крушари“

ВАРИАНТ →	2012	2023a	2023b
Брой турбини	79 бр.	55 бр.	55 бр.
Тип турбина	Vestas V112-3.0	V162-6.2 MW™ IEC S	V172-7.2 MW™ IEC S
Параметри на турбините			
Стандартна мощност	3,0 MW	6,2 MW	7,2 MW

ВАРИАНТ →	2012	2023a	2023b
Брой турбини	79 бр.	55 бр.	55 бр.
Тип турбина	Vestas V112-3.0	V162-6.2 MW™ IEC S	V172-7.2 MW™ IEC S
Регулиране на мощността	Чрез регулиране на стъпката при промяна на скоростта на вятъра	Чрез регулиране на стъпката при промяна на скоростта на вятъра	Чрез регулиране на стъпката при промяна на скоростта на вятъра
Начална скорост на вятъра	3 m/s	3 m/s	3 m/s
Крайна скорост на вятъра	25 m/s	25 m/s*	25 m/s*
Ветрови клас	IEC S	IEC S	IEC S
Стандартна работна t°	-20°C ÷ +45°C	-20°C ÷ +45°C	-20°C ÷ +45°C
	* Работа при силен вятър, като стандарт	* Работа при силен вятър, като стандарт	* Работа при силен вятър, като стандарт
Звукова мощност при главината			
Максимална	106.5 dB(A)	104.8 dB(A)*	106.9 dB(A)*
		* Налични са звуково оптимизирани модели по място и страна	* Налични са звуково оптимизирани модели по място и страна
Ротор			
Диаметър на ротора	112 m	162 m	172 m
Площ на ротора	9 852 m ²	20 612 m ²	23 235 m ²
Аеродинамична спирачка		Ориентиране на витлата по поска на вятъра с 3 стъпкови цилиндъра	Ориентиране на витлата по поска на вятъра с 3 стъпкови цилиндъра
Електрически параметри			
Честота	50/60 Hz	50/60 Hz	50/60 Hz
Конвертор	пълномащабен	пълномащабен	пълномащабен
Предавателна кутия			
Тип		С два планетарни механизма	С два планетарни механизма
Кула			
Височини на главината*	84 m	119 m (IEC S/DIBt S)	114 m (IEC S)**
	94 m	125 m (IEC S)	150 m (IEC S)**
	119 m	166 m (IEC S/DiBt S)	164 m (DIBt)
		169 m (DIBt S)	166 m (IEC S)
			175 m (DIBt)
			199 m (DIBt)
			* Според мястото, при запитване
			** Предварителни данни

Най-вероятен за изпълнение от трите варианта е вариант 2023a от 2023 г., показан в таблица 1 с плътен шрифт, а най-малко вероятен е вариантът от 2012 г., тъй като този модел турбина е по-стар и е с по-малка производителност. За този вариант, обаче има одобрен Доклад за ОВОС с решение № ВА-18/2012 г., което поради изтеклия 5-годишен

срок е загубило правна сила, но за него са проведени всички необходими разчети, моделни изследвания и анализи на въздействието.

Относно акустичното въздействие, данните в Таблица 1 показват, че вариантът 2023-а е с по-тихи турбини - 104.8 dB(A) звукова мощност при главината срещу 106.5 dB(A) на турбините от вариант 2012. Освен това, броят на турбините на вариант 2023-а е 55 броя срещу 79 броя по варианта от 2012 г., което показва, че шумът, генериран от ВЯЕЦ „Крушари“ по вариант 2023-а ще бъде със сигурност по-нисък от шума, генериран от парка по варианта от 2012 г.

В зависимост от начина на присъединяване на ВЯЕЦ „Крушари“ към Националната електрическа мрежа, който ще определи системният оператор „ЕСО“ ЕАД, паркът ще има една или две повишаващи подстанции (ППС) 30(35)/110 kV на собствена територия, с възможни места за изграждане 1) в ПИ 57234.15.39 и ПИ 57234.15.4, в землището на с. Полковник Дяково **или** 2) в ПИ 57858.9.31 в землището на с. Поручик Кърджиево. Към момента работният вариант предвижда изграждане на една ППС в землището на с. Полковник Дяково, въпреки, че теоретично при нужда е възможен и вариант с две ППС, по една във всяко от посочените землища.

Трасето на въздушната електропроводна линия (ВЕЛ) 110 kV, която ще свързва ППС 30(35)/110 kV с новата Възлова подстанция ВС 110/400 kV, която ще бъде изградена от ЕСО ЕАД и ще бъде негова собственост, също ще бъде определено от начина на присъединяване, който ще посочи ЕСО ЕАД.

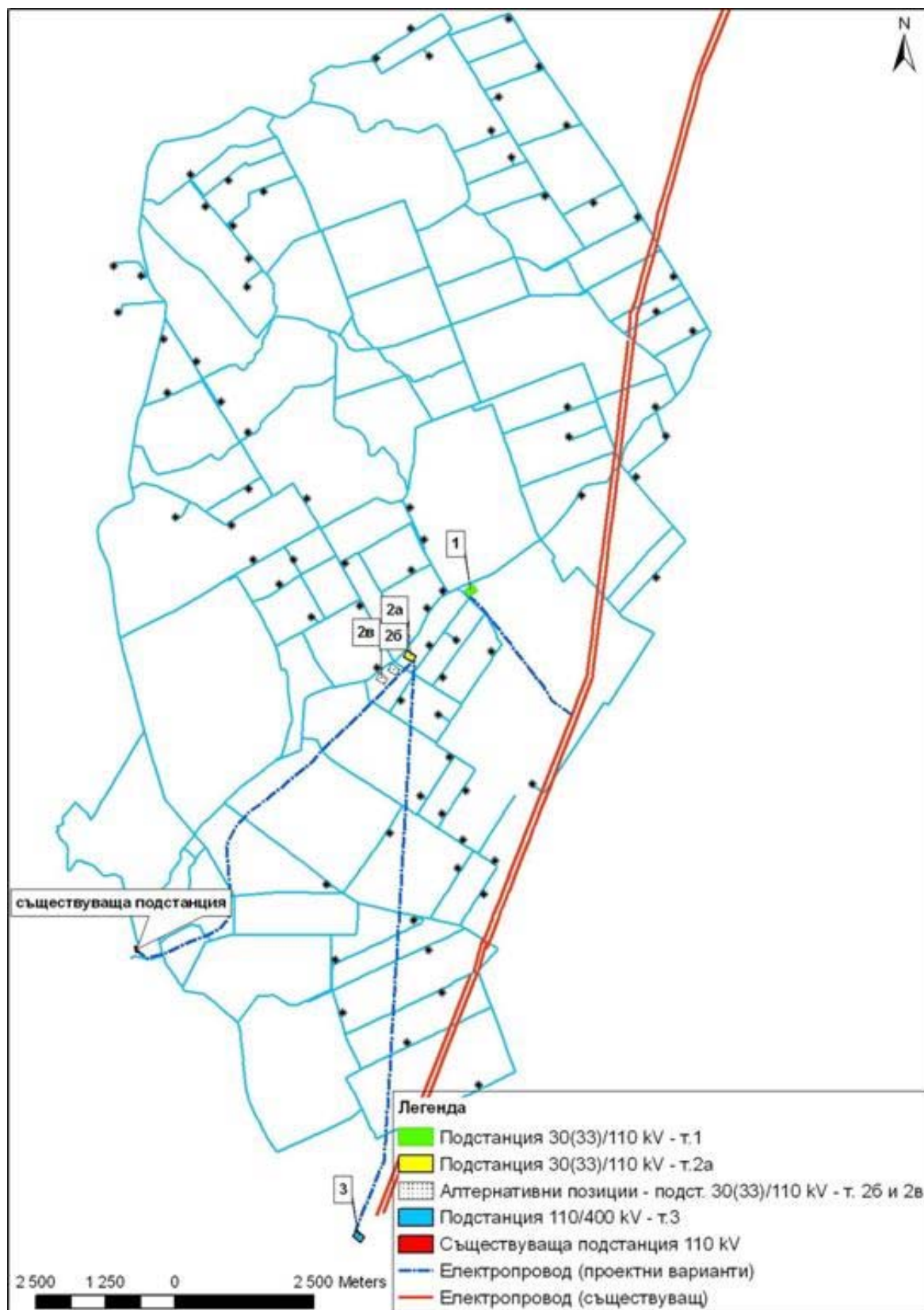
4. Отстояния на съоръженията на ВЯЕЦ „Крушари“ до защитени обекти и до селища

На фиг. 2 е показано разположението на вятърните турбини на ВЯЕЦ „Крушари“ по вариант 2012, с очертана 500 метрова зона около всяка от тях, съгласно Наредба № 6.



Фиг. 2. Разположение на турбините с очертана 500 метрова зона около всяка от тях

На фиг. 3 е показано разположението на ВЯЕЦ „Крушари“ (вариант 2012) на кадастрална карта на района, с най-вероятното местоположение на ППС 30(35)/110 kV и ВЕЛ 110 kV.



Фиг. 3. Разположение на турбините, кабелите, ППС 30(35)/110 kV и ВЕЛ 110 kV на парка

От Фиг. 4 и Фиг. 5 е видно, че както защитени зони по ЗБР, така и защитени територии по ЗЗТ, не попадат в границите територията, предвидена за реализация на ВЯЕЦ „Крушари“.

На Таблица 2 са показани най-късите разстояния между границите на защитените обекти и най-близката турбина или други елементи от инфраструктурата парка.

Таблица 2

Разстояния от турбините и електропреносните съоръжения на ВЯЕЦ "Крушари", до най-близко разположените ЗЗ по ЗБР, както и най-близко разположените ЗТ по ЗЗТ

Защитени обекти	Вятърни турбини	ППС 33(35)110 kV „Полк. Дяково“	ППС 33(35)110 kV „Пор. Кърджиево“	Подземни кабели 33(35) kV	ВЕЛ 110 kV
	м	м	м	м	м
Защитени зони по Директивата за опазване на дивите птици					
33 BG0002048 „Суха река“	2 100	8 540	7 930	2 170	7 930
Защитени зони по Директивата за опазване на природните местообитания и дивата флора и фауна					
33 BG0000107 „Суха река“	100	1 070	580	0,00 (пресичат я по полски път)	580
33 BG0000570 „Изворово-Краище“	3 500	7 410	13 025	3 260	3 910
33 BG0000572 „Росица-Лозница“	430	9 570	2 140	304	1 890
33 BG0002039 „Хърсовска река“	20 200	23 010	26 400	19 080	23 880
33 BG0000569 „Кардам“	17 110	22 250	27 530	18 670	19 410
Защитени територии по ЗЗТ					
Природна забележителност "Александрийската гора"	4 240	8 590	11 520	3 530	12 030
Защитена местност „Лозница“	4 730	15 170	6 360	4 730	6 360
Защитена местност „Росица“	6 100	14 300	8 760	6 100	7 900
Защитена местност „Суха река“	7 050	13 940	13 310	7 640	13 010

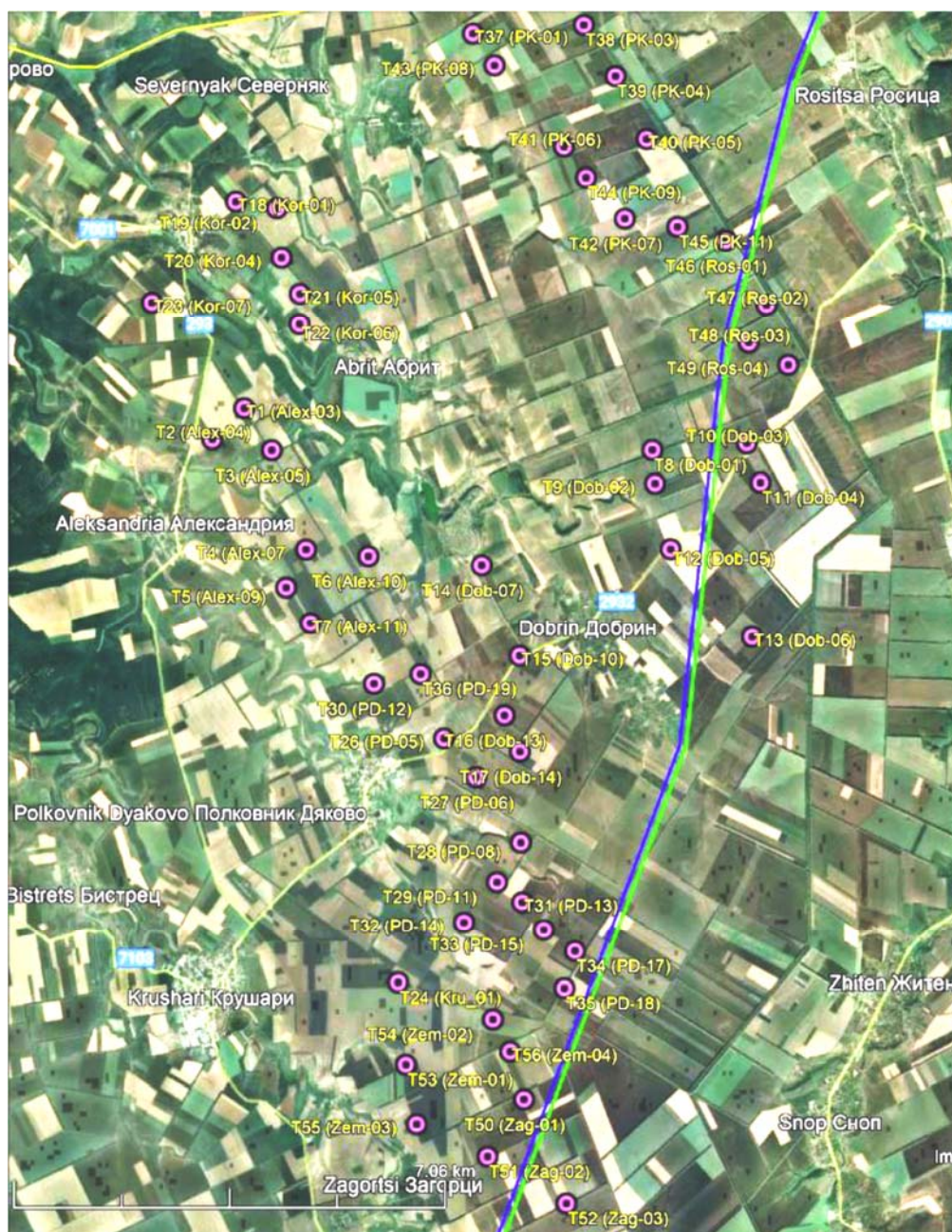
От данните в таблицата се вижда, че всички турбини са на разстояние над 2 000 м от защитени обекти, с изключение на две – едната е на 100 м, а другата на 430 м от границите на две различни ЗЗ, но и двете са защитени по Директивата за местообитанията.

Що се касае до електропреносните съоръжения, обслужващи ВЯЕЦ „Крушари“, всички техни елементи са на разстояния по-големи от 580 м от защитени обекти, с изключение на един клон от подземната кабелна мрежа, който пресича ЗЗ BG0000107 „Суха река“ по съществуващ полски път.

От горните данни става ясно, че, както вятърните електрогенератори на ВЯЕЦ „Крушари“, така и елементите електропреносната инфраструктура, свързана с него, поради своята голяма отдалеченост (в общия случай, на километри) не могат да оказат шумово въздействие върху биологичното разнообразие в защитените зони и в защитените територии, разположени най-близко до територията на парка.

Отстояния на съоръженията на ВЯЕЦ „Крушари“ до найблизките селища

Най-близко до ВЯЕЦ "Крушари" са разположени селата Росица (Община Ген. Тошево), Северняк, Поручик Кърджиево, Коритен, Абрит, Александрия, Добрин, Полковник Дяково, Крушари, Земенци и Загорци (Община Крушари).



Фиг. 6. Разположение на турбините на ВЯЕЦ „Крушари“ спрямо селищата в района

Точните разстояния между турбините на ВЯЕЦ "Крушари" и регулационните линии на най-близко разположените села са указани в Таблица 3:

Таблица 3

Разстояния между турбините на ВЯЕЦ "Крушари" и регулационните линии на най-близко разположените до тях населени места

Населено място	Най-близка турбина	Разстояние до турбината [м]	Землище, в което се намира турбината	Площ на землището [км ²]	Брой жители [брой]
с. Росица	T40(PK-05)	3 190	с. Поручик Кърджиево	62,731	400
с. Северняк	T19(Kor-02)	2 220	с. Коритен	10,270	115
с. Поручик Кърджиево	T43(PK-08)	1 940	с. Поручик Кърджиево	18,201	19
с. Коритен	T18(Kor-01)	710	с. Коритен	23,685	233
с. Абрит	T22(Kor-06)	1 220	с. Коритен	19,763	226
с. Александрия	T2(Alex-04)	1 080	с. Александрия	35,032	58
с. Добрин	T15(Dob-10)	1 010	с. Добрин	38,944	76
с. Полковник Дяково	T26(PD-05)	940	с. Полковник Дяково	29,953	254
с. Крушари	T24(Kru-01)	2 510	с. Крушари	18,081	1289
с. Земенци	T53(Zem-01)	1 280	с. Земенци	10,704	10
с. Загорци	T55(Zem-03)	1 610	с. Загорци	18,682	145
Общо				286,046	2825

От данните в таблица 3 е видно, че най-малкото разстояние между вятърна турбина от състава на ВЯЕЦ „Крушари“ и регулационна линия на населено място е 710 м – това е разстоянието между турбина T18(Kor-01) и границата на с. Коритен. Всички разстояния са над 500 м, отговарят на изискванията на чл. 141, ал. (1) от Наредба №14 от 15.06.2005 за технически правила и нормативи за проектиране, изграждане и ползване на обектите и съоръженията за производство, преобразуване, пренос и разпределение на електрическа енергия и са достатъчно големи, за да не могат съоръженията да оказват негативно въздействие върху здравето на жителите посредством вибрации, шум, електромагнитни излъчвания или който и да е бил друг от факторите, чрез които те могат да въздействат върху здравето на жителите в най-близко разположените до парка население места. Видно е също така, че населените места в района на ВЯЕЦ „Крушари“ са сравнително малки, с изключение на с. Крушари – Общинският център. Общо населението, които би могло да бъде повлияно в района, е 2825 души, а общата площ на землищата. В които е разложен паркът, е малко над 286 км².

5. Взаимовръзка и кумулиране с други съществуващи и/или одобрени инвестиционни предложения

За установяване на наличието на други инвестиционни предложения, които биха могли да имат сходно въздействие върху околната среда и върху общественото здраве, са направени проучвания по Регистъра на процедурите по ОВОС на МОСВ и на РИОСВ-Варна, направени са и консултации с Общините Генерал Тошево и Крушари. Освен това са използвани всички налични данни и сведения, които са достояние на Възложителя и на експертите, подготвили настоящата Информация по Приложение 2 на НУРИОВОС. Анализът показва, че по-голямата част от инвестиционните предложения в землищата, в които е разположена ВЯЕЦ „Крушари“, както и в съседните землища, установени в резултат от проучването, няма отношение към вида и характера на въздействието на вятърния парк, поради което те не биха могли да окажат съвместно кумулативно въздействие с парка.

На територията в радиус от 20 км с център с. Добрин (геометричен център на ВЯЕЦ „Крушари“), чиято площ е 1256 км², са установени общо 16 инвестиционни предложения за изграждане на вятърни паркове и единични турбини, попадащи в този радиус изцяло или частично, които са били одобрени с положителни решения от РИОСВ-Варна в периода от 2008 до 2012 година. Тези вятърни паркове са с различни размери – няколко от тях са с повече от 50 турбини, а има и такива, които са само с една или две турбини. Общо, тези инвестиционни предложения съдържат **294** вятърни електрогенератора, като до момента нито един от тях не е бил изграден и няма сведения за започнало строителство. Инвестиционните предложения, одобрени с положителни решения в периода 2008-2012 г. са посочени в Таблица 4 с техните основни параметри, посочени са землищата в които са разположени и номерата на положителните решения по процедурата за ОВОС, които към момента са с изтекъл срок и са загубили правна сила.

Радиусът от 20 км е приет с оглед на факта, че не съществува физически механизъм, по който вредните физични фактори, генерирани от вятърни турбини, биха могли да взаимодействат помежду си, при положение, че турбините са на разстояние по-голямо от 2000 м една от друга. На практика, шумът, излъчван от вятърна турбина напълно заглъхва на разстояние 500 м от нея и може да бъде измерен само при пълно отсъствие на всякакъв естествен шумов фон, което представлява идеализирана ситуация. Отчитането на всички турбини в радиус от 20 км е презастраховане откъм евентуално пропускане на възможни въздействия на съседни паркове, тъй като е значително по-тежък вариант от реалното кумулативно въздействие на източници на шум, които се намират на повече от 500 м един от друг.

В по-следващата Таблица 5 са указани инвестиционните предложения за изграждане на вятърни паркове, обявени в периода 2022-2024 г.

*Инвестиционни предложения за изграждане на вятърни паркове, разположени изцяло или частично в радиус 20 км от
ВяЕЦ „Крушари“, одобрени с положителни решения по ОВОС в периода 2008-2012 г.*

№	Обект	Землища	Брой вятърни турбини	Възложител	Положително решение по ДОВОС	Състояние към момента
1.	Вятърен енергиен парк “Мизия I”	С. Пчеларово и с. Дъбовик, Община Генерал Тошево	35	ЕНЕРТРАГ ЕООД	ВА-21/2012 г.	Неизграден, изтекъл срок
2.	Вятърен енергиен парк “Крушари”	с. Александрия, с. Добрин, с. Загорци, с. Земенци, с. Коритен, с. Крушари, с. Полковник Дяково, с. Поручик Кърджиево, с. Северняк, Община Крушари, и с. Росица, Община Генерал Тошево	79	КА ЕНЕРГИ ООД	ВА-18/2012 г.	Неизграден, изтекъл срок
3.	Вятърен енергиен парк “Лозенец”	с. Лозенец, с. Загорци с. Земенци, Община Крушари, Област Добрич	55	ИВЦ България ВП 5	ВА – 17/2012 г.	Неизграден, изтекъл срок
4.	Ветроенергиен парк “Норекс – Добрин”	с. Добрин, Община Крушари, Обл. Добрич	11	НОРЕКС ЕНЕРДЖИ ПРОДЖЕКТ ООД	ВА – 15/2012 г.	Неизграден, изтекъл срок
5.	Ветроенергиен парк от 15 вятърни генератора	с. Житен и с. Сноп, Община Генерал Тошево, Област Добрич	15	НОРЕКС ЕНЕРДЖИ ПРОДЖЕКТ 2 ООД	ВА – 12/2012 г.	Неизграден, изтекъл срок
6.	Ветроенергиен парк от 55 бр. вятърни генератори	с. Добрево, Овчарово, Свобода и Сливенци, Община Добричка	55	СРС – БЪЛГАРИЯ ООД	ВА – 9/2012 г.	Неизграден, изтекъл срок
7.	Вятърен енергиен парк “Свобода I”	с. Житен, Сноп и Градини, община Генерал Тошево, Област Добрич	35	ЕНЕРТРАГ СВОБОДА ЕООД	ВА – 3/2012 г.	Неизграден, изтекъл срок
8.	Изграждане на един ветрогенератор	с. Добрин, Община Крушари, Област Добрич	1	НОРЕКС ЕНЕРДЖИ ПРОДЖЕКТ ООД	ВА-ОВОС-273-2008	Неизграден, изтекъл срок
9.	Изграждане на един ветрогенератор	с. Добрин, Община Крушари, Област Добрич	1	НОРЕКС ЕНЕРДЖИ ПРОДЖЕКТ ООД	ВА-ОВОС-272-2008	Неизграден, изтекъл срок
10.	Изграждане на един ветрогенератор	с. Добрин, Община Крушари, Област Добрич	1	НОРЕКС ЕНЕРДЖИ ПРОДЖЕКТ ООД	ВА-ОВОС-271-2008	Неизграден, изтекъл срок
11.	Изграждане на един ветрогенератор	с. Добрин, Община Крушари, Област Добрич	1	НОРЕКС ЕНЕРДЖИ ПРОДЖЕКТ ООД	ВА-ОВОС-270-2008	Неизграден, изтекъл срок
12.	Изграждане на един ветрогенератор	с. Добрин, Община Крушари, Област Добрич	1	НОРЕКС ЕНЕРДЖИ ПРОДЖЕКТ ООД	ВА-ОВОС-269-2008	Неизграден, изтекъл срок
13.	Изграждане на един ветрогенератор	с. Добрин, Община Крушари, Област Добрич	1	НОРЕКС ЕНЕРДЖИ ПРОДЖЕКТ ООД	ВА-ОВОС-268-2008	Неизграден, изтекъл срок
14.	Изграждане на един ветрогенератор	с. Добрин, Община Крушари, Област Добрич	1	НОРЕКС ЕНЕРДЖИ ПРОДЖЕКТ ООД	ВА-ОВОС-267-2008	Неизграден, изтекъл срок
15.	Изграждане на един ветрогенератор	с. Добрин, Община Крушари, Област Добрич	1	НОРЕКС ЕНЕРДЖИ ПРОДЖЕКТ ООД	ВА-ОВОС-432-2008	Неизграден, изтекъл срок
16.	Изграждане на един ветрогенератор	с. Добрин, Община Крушари, Област Добрич	1	НОРЕКС ЕНЕРДЖИ ПРОДЖЕКТ ООД	ВА-ОВОС-438-2008	Неизграден, изтекъл срок
ОБЩО:			294			

Таблица 5

*Новообявени инвестиционни предложения за изграждане на вятърни паркове в периода 2022-2024 г.,
разположени изцяло или частично в радиус 20 км от ВЯЕЦ „Крушари“*

№ на досие	Входящ номер	Наименование на ИП/плана/програмата	Землища	Брой вятърни електрогенератори	Възложител	Фаза на процедурата
BA-OBOS-163-2022	26-00-2551/A2/	„Ветроенергиен парк „ВПД УИНД 1“ 1. Подобект Ветроенергиен парк „Свобода I“ /ВЕП „Свобода I“/, включващ изграждането на до 35 броя вятърни генератори, 2. Подобект Ветроенергиен парк „Мизия I“ /ВЕП „Мизия I“/, включващ изграждането на до 35 броя вятърни генератори, 3. Подобект подстанция „Житен“	с. Житен, с. Сноп, с. Градини, с. Пчеларово, с. Дъбовик, Община Генерал Тошево, област Добрич.;	70	„ВПД Уинд 1“ ЕООД	Текуща на Етап Преценяване
BA-OBOS-98-2023	26-00-2572/a2	Изграждане на вятърна електрическа централа (ВЯЕЦ) „Крушари“ с обща мощност до 440 MW и съпътстваща инфраструктура	с. Александрия, с. Добрин, с. Земенци, с. Загорци, с. Коритен, с. Крушари, с. Полковник Дяково, с. Поручик Кърджиево в общ. Крушари, и с. Росица в общ. Генерал Тошево	55	„КА ЕНЕРГИ“ ЕООД	Текуща на Етап Уведомяване
BA-OBOS-57-2023	26-00-2690	„Изграждане на ветроенергиен парк „Абрит“ и съпътстващата техническа инфраструктура“	с. Абрит, с. Добрин, с. Полковник Дяково, с. Поручик Кърджиево	24	„ЕЕ АБРИТ“ ЕООД	Текуща на Етап Консултации
BA-OBOS-112-2023	26-00-2581-A7	„Изграждане на вятърен парк „Лозенец“ включващ до 80 броя вятърни генератори и съпътстващата техническа инфраструктура	с. Лозенец, с. Северци, с. Крушари, с. Загорци, с. Земенци, с. Бистрец, с. Полковник Дяково, община Крушари	80	„ЕЕ РИЪЛ ЕСТЕЙТ“ ЕООД	Текуща на Етап Консултации
BA-OBOS-164-2024	26-00-6836	„Изграждане на вятърен парк „Красен“, състоящ се от 26 бр. вятърни генератора с обща номинална мощност до 208 MW и линейна инфраструктура“		26	„ЕЕ КРАСЕН“ ЕООД	Текуща на Етап Уведомяване
ОБЩО:				255		

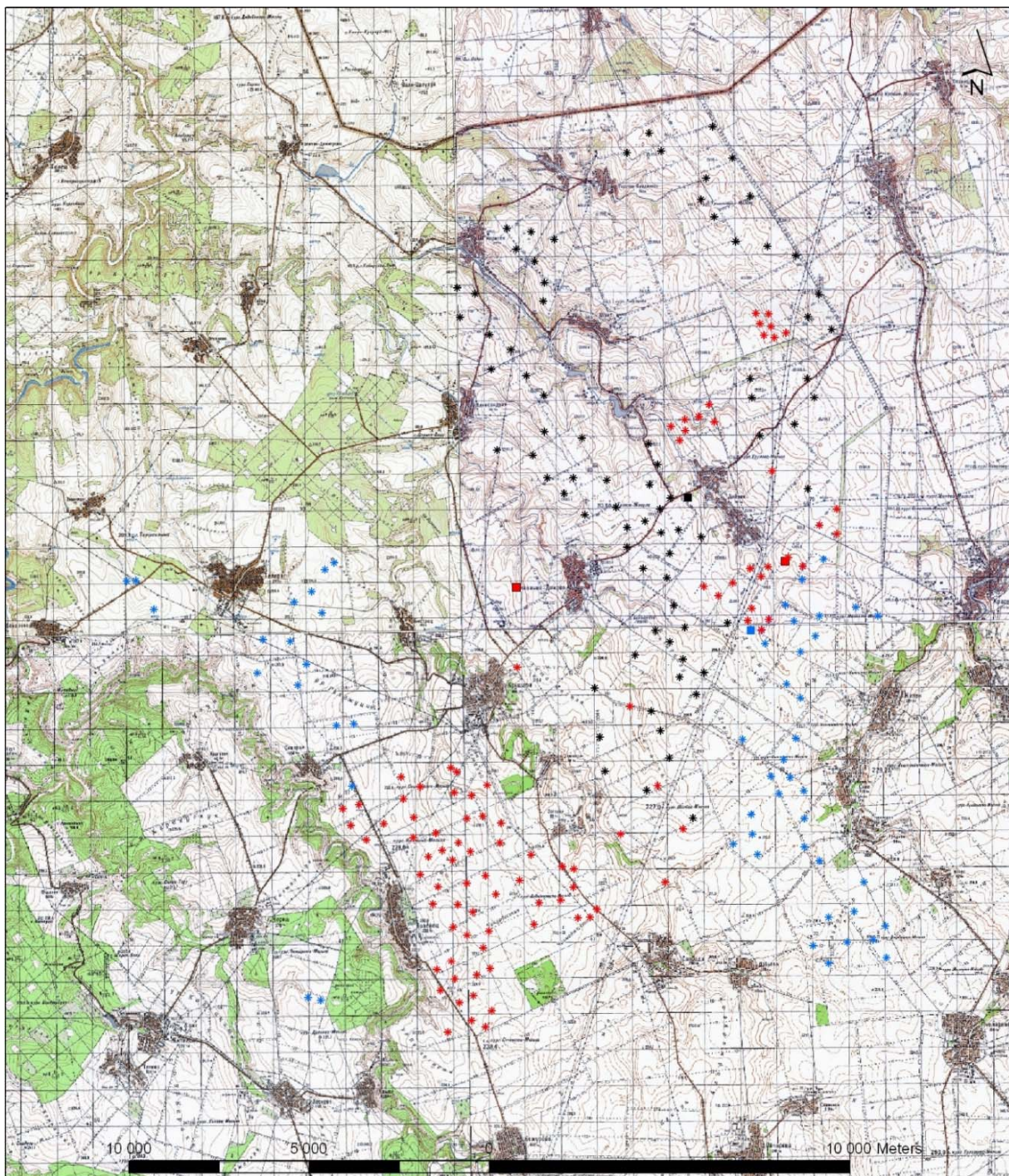
Инвестиционните предложения за изграждане на вятърни паркове, обявени в периода 2022-2024 г., указани в Таблица 5, са на различни етапи от процедурата по ОВОС. Те също са разположени изцяло или частично на територията в радиус от 20 км с център с. Добрин (геометричен център на ВЯЕЦ „Крушари“).

В Таблица 5 са посочени номерата на досиетата, землищата в които са разположени инвестиционните предложения, възложителите и фазата на процедурата по ОВОС, на която се намират. Новообявените инвестиционни предложения съдържат общо **255** броя вятърни турбини, което е с **41 броя по-малко** от предложенията, одобрени в периода 2008-2012 година. Това са инвестиционните предложения, които могат да имат кумулативно въздействие, увеличаващо степента на въздействие на ВЯЕЦ „Крушари“ и които следва да бъдат взети пред вид при оценката, най-вече, на шумовото въздействие, на възможния бариерен ефект, застрашаващ прелетите на птиците, установени в района и на риска от сблъсъци с последните.

5. Съществуващи източници на шум в района на площадката на строителство на ВЯЕЦ „Крушари“.

Районът около площадката на ВЯЕЦ „Крушари“ не е натоварен с постоянни източници на шум и вибрации. Съществува определен шумов фон, генериран от вятъра и други метеорологични фактори, както и от биологичното разнообразие в района. Периодично в земеделските блокове се емитира и шум от работата на селскостопанската техника. Шумът от моторните превозни средства по третокласната и четвъртокласната пътна мрежа не определя шумовия фон на района поради крайно малката интензивност на движение, особено през периода на нощта, когато движението на превозни средства е спорадично. За определяне на средния фонов шум в населените места, от фирма „Екоексперт 6“ ЕООД са извършени измервания на шум през периодите ден, вечер и нощ в по 5 пункта на селата Житен, Сноп и Добрин.

В територията, предвидена за изграждане на ВЯЕЦ „Крушари“ са регистрирани инвестиционни предложения за строителство на 255 ветрогенератора и на една повишаваща подстанция. Тъй, като обявеният през 2024 г. вятърен парк „Красен“, състоящ се от 26 бр. вятърни генератора с инсталирана мощност до 208 MW, в момента е без движение и не е ясно, по какъв начин е възможно той да бъде изграден и в каква степен, тъй като територията му съвпада със 33 BG0000570 „Изворово-Крайще“, обявена за защита по Директивата за хабитатите, приемаме, че реалистичният вариант за общия брой на турбините, които следва да бъдат включени в кумулативната оценка на шумовото въздействие, попадащи в 20- километровия радиус около ВЯЕЦ „Крушари“, е не 255, а 229 броя – без вятърните електрогенератори на ВП „Красен“. На фиг. 7 е показано разположението на 229-те вятърни турбини и на повишаващата подстанция, означени с червени звездички за ветрогенераторите и червено квадратче за повишаващата подстанция.



Легенда

- * ВЕП Крушари - места за генератори
- ВЕП Крушари - подстанция (Алтернатива 1)
- ★ ИП на други инвеститори - Ветроенергийни генератори (по данни от РИОСВ и Община Крушари)
- ИП на други инвеститори - Подстанции (по данни от РИОСВ и Община Крушари)
- ★ ИП на други инвеститори - Ветроенергийни генератори (по данни от др. източници)
- ИП на други инвеститори - Подстанции (по данни от др. източници)

Фиг. 7. Разположение на 229-те вятърни турбини, включени в модела за извършване на оценка на кумулативното въздействие на ВЯЕЦ "Крушари"

6. Шумови характеристики на единична турбина

При изготвянето на шумовата карта е взет за основа вариантът на ВЯЕЦ „Крушари“ от 2012 г. (таблица 1), при предположението, че всичките 229 вятърни турбини, включени в оценката, са тип VESTAS V112–3 MW, с мощност 3 MW, диаметър на ротора 112 m и ниво на звукова мощност на ветрогенераторите 106.5 dB(A). Този вариант е приет, като по-тежък, тъй като турбините VESTAS V112–3 MW имат по-високи показатели на шум при гондолата, отколкото турбините V162-6.2 MW™ IEC S от варианта 2023а, чието ниво на шум при гондолата е 104.8 dB(A).

Шумовото въздействие е пресметнато за съвместната работа на 229-те турбини и двете повишаващи подстанции, за които са налице обявени инвестиционни предложения в района. Оценено е въздействието върху акустичната обстановка на селата Крушари, Полковник Дяково, Александрия, Коритен, Северняк, Поручик Кърджиево, Абрит, Росица, Добрин, Житен, Сноп, Загорци и Земенци, и е построена шумова карта на района допускайки, че всички инвестиционни предложения ще бъдат реализирани.

Прогнозната оценка на нивото на шум в населените места се определя по формулата за сумиране на два източника

$$L_{\text{сум}} = L_{\text{вяец}} + L_{\text{фон}},$$

където

$L_{\text{вяец}}$ – ниво на шум в даденото населено място от въздействието на работещите ветрогенератори, изчислени по изложената по-долу методика

$L_{\text{фон}}$ – фоново ниво на шум в населеното място по резултати от проведените измервания

$L_{\text{сум}}$ – сумарно ниво на шум в населеното място.

Оценката на въздействие върху околната среда по показателя шум е определено само за времевия интервал нощ, тъй като граничните нива на шум за жилищни зони и територии съгласно Наредба №6 за интервала нощ са съответно по - ниски с 10 dBA за ден и с 5 dBA за вечер, а нивото на шум в населените места ще се определя главно от работата на ветрогенераторите.

Изчисленията на прогнозното ниво на шум в района на строителство на ВЯЕЦ „Крушари“ са извършени при максимална звукова мощност на ветрогенераторите 106.5 dBA и максимална звукова мощност на подстанциите 106 dBA, отнесена към центровете на площадките им.

В таблици 6, 7 и 8 са показани нивата на звукова мощност на вятърните турбини тип VESTAS V112-3.0, 50/60 Hz, с височина на кулата 84 m, 94 m, 119 m, с диаметър на ротора 112 m, единична мощност 3 MW, за три различни работни положение на витлата на ротора (mode 0, mode 1, mode 2).

Таблица 6

Шумови характеристики на VESTAS V112-3.0 при положение на витлата „mode 0“

Sound Power Level at Hub Height, Noise Mode 0			
Conditions for Sound Power Level:	Measurement standard IEC 61400-11 ed. 2 2002		
	Wind shear: 0.16 Maximum turbulence at 10 metre height: 16% Inflow angle (vertical): $0 \pm 2^\circ$ Air density: 1.225 kg/m ³		
Hub Height	84 m	94 m	119 m
LwA @ 3 m/s (10 m above ground) [dBA]	94.7	94.7	94.7
Wind speed at hub height [m/s]	4.2	4.3	4.5
LwA @ 4 m/s (10 m above ground) [dBA]	97.3	97.5	98.1
Wind speed at hub height [m/s]	5.6	5.7	5.9
LwA @ 5 m/s (10 m above ground) [dBA]	100.9	101.2	101.9
Wind speed at hub height [m/s]	7.0	7.2	7.4
LwA @ 6 m/s (10 m above ground) [dBA]	104.3	104.5	105.1
Wind speed at hub height [m/s]	8.4	8.6	8.9
LwA @ 7 m/s (10 m above ground) [dBA]	106.0	106.5	106.5
Wind speed at hub height [m/s]	9.8	10.0	10.4
LwA @ 8 m/s (10 m above ground) [dBA]	106.5	106.5	106.5
Wind speed at hub height [m/s]	11.2	11.4	11.9
LwA @ 9 m/s (10 m above ground) [dBA]	106.5	106.5	106.5
Wind speed at hub height [m/s]	12.7	12.9	13.4
LwA @ 10 m/s (10 m above ground) [dBA]	106.5	106.5	106.5
Wind speed at hub height [m/s]	14.1	14.3	14.9
LwA @ 11 m/s (10 m above ground) [dBA]	106.5	106.5	106.5
Wind speed at hub height [m/s]	15.5	15.7	16.3
LwA @ 12 m/s (10 m above ground) [dBA]	106.5	106.5	106.5
Wind speed at hub height [m/s]	16.9	17.2	17.8
LwA @ 13 m/s (10 m above ground) [dBA]	106.5	106.5	106.5
Wind speed at hub height [m/s]	18.3	18.6	19.3

Таблица 7

Шумови характеристики на VESTAS V112-3.0 при положение на витлата „mode 1“

Sound Power Level at Hub Height, Noise Mode 1			
Conditions for Sound Power Level:	Measurement standard IEC 61400-11 ed. 2 2002		
	Wind shear: 0.16 Maximum turbulence at 10 metre height: 16% Inflow angle (vertical): $0 \pm 2^\circ$ Air density: 1.225 kg/m ³		
Hub Height	84 m	94 m	119 m
LwA @ 3 m/s (10 m above ground) [dBA]	94.3	94.3	94.4
Wind speed at hub height [m/s]	4.2	4.3	4.5
LwA @ 4 m/s (10 m above ground) [dBA]	96.5	96.5	97.0
Wind speed at hub height [m/s]	5.6	5.7	5.9
LwA @ 5 m/s (10 m above ground) [dBA]	99.8	100.2	100.8
Wind speed at hub height [m/s]	7.0	7.2	7.4
LwA @ 6 m/s (10 m above ground) [dBA]	103.2	103.5	104.3
Wind speed at hub height [m/s]	8.4	8.6	8.9
LwA @ 7 m/s (10 m above ground) [dBA]	106.0	106.5	106.5
Wind speed at hub height [m/s]	9.8	10.0	10.4
LwA @ 8 m/s (10 m above ground) [dBA]	106.5	106.5	106.5
Wind speed at hub height [m/s]	11.2	11.4	11.9
LwA @ 9 m/s (10 m above ground) [dBA]	106.5	106.5	106.5
Wind speed at hub height [m/s]	12.7	12.9	13.4
LwA @ 10 m/s (10 m above ground) [dBA]	106.5	106.5	106.5
Wind speed at hub height [m/s]	14.1	14.3	14.9
LwA @ 11 m/s (10 m above ground) [dBA]	106.5	106.5	106.5
Wind speed at hub height [m/s]	15.5	15.7	16.3
LwA @ 12 m/s (10 m above ground) [dBA]	106.5	106.5	106.5
Wind speed at hub height [m/s]	16.9	17.2	17.8
LwA @ 13 m/s (10 m above ground) [dBA]	106.5	106.5	106.5
Wind speed at hub height [m/s]	18.3	18.6	19.3

Таблица 8

Шумови характеристики на VESTAS V112-3.0 при положение на витлата „mode 2“

Sound Power Level at Hub Height, Noise Mode 2			
Conditions for Sound Power Level:	Measurement standard IEC 61400-11 ed. 2 2002 Wind shear: 0.16 Maximum turbulence at 10 metre height: 16% Inflow angle (vertical): $0 \pm 2^\circ$ Air density: 1.225 kg/m^3		
Hub Height	84 m	94 m	119 m
LwA @ 3 m/s (10 m above ground) [dBA]	94.7	94.7	94.7
Wind speed at hub height [m/s]	4.2	4.3	4.5
LwA @ 4 m/s (10 m above ground) [dBA]	97.3	97.5	98.1
Wind speed at hub height [m/s]	5.6	5.7	5.9
LwA @ 5 m/s (10 m above ground) [dBA]	100.9	101.2	101.9
Wind speed at hub height [m/s]	7.0	7.2	7.4
LwA @ 6 m/s (10 m above ground) [dBA]	104.5	104.5	104.5
Wind speed at hub height [m/s]	8.4	8.6	8.9
LwA @ 7 m/s (10 m above ground) [dBA]	104.5	104.5	104.5
Wind speed at hub height [m/s]	9.8	10.0	10.4
LwA @ 8 m/s (10 m above ground) [dBA]	104.5	104.5	104.5
Wind speed at hub height [m/s]	11.2	11.4	11.9
LwA @ 9 m/s (10 m above ground) [dBA]	104.5	104.5	104.5
Wind speed at hub height [m/s]	12.7	12.9	13.4
LwA @ 10 m/s (10 m above ground) [dBA]	104.5	104.5	104.5
Wind speed at hub height [m/s]	14.1	14.3	14.9
LwA @ 11 m/s (10 m above ground) [dBA]	104.5	104.5	104.5
Wind speed at hub height [m/s]	15.5	15.7	16.3
LwA @ 12 m/s (10 m above ground) [dBA]	104.5	104.5	104.5
Wind speed at hub height [m/s]	16.9	17.2	17.8
LwA @ 13 m/s (10 m above ground) [dBA]	104.5	104.5	104.5
Wind speed at hub height [m/s]	18.3	18.6	19.3

Въз основа на данните за звуковата мощност на турбините VESTAS V112-3.0 и заложените параметри за математическия модел за територията на ВЯЕЦ „Крушари“, е прието:

- максимално ниво на звукова мощност на турбините, при скорост на вятъра на **10 m** над земята **8 m/s** - **106.5 dBA**;
- максимално ниво на звукова мощност на турбините на инвестиционните предложения, заявени от други инвеститори, при скорост на вятъра на **10 m** над земята **8 m/s** - **106.5 dBA**.

Под ниво на звукова мощност на източник със звукова мощност W се подразбира:

$$L_w = 10 \cdot \lg(W/W_0), \text{ dB}$$

където W_0 е праговото ниво, равно на 10^{-12} W/m^2

Преходът от ниво на звукова мощност на точков източник към ниво на звуково налягане се извършва по зависимостите:

- за разпространение на шума като сферична звукова вълна

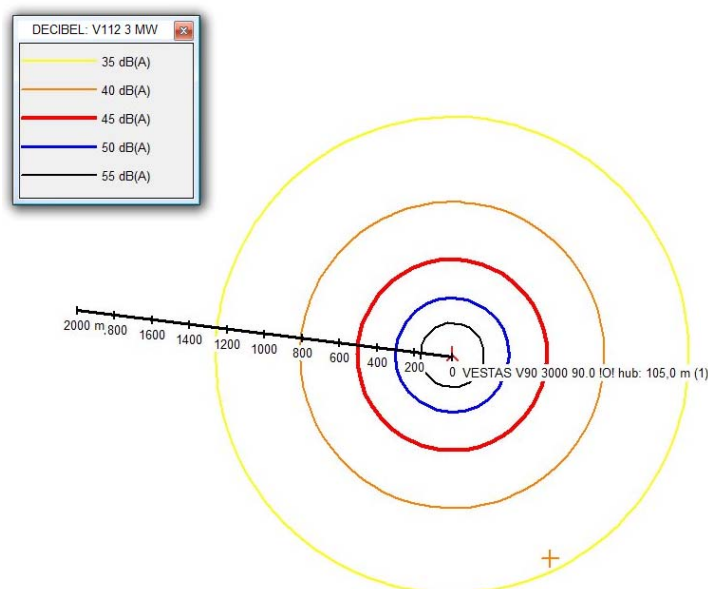
$$L_p = L_w - 10 \cdot \lg(4 \cdot \pi \cdot r^2 / S_0), \text{ dB}$$

където S_0 е 1 m^2 , а r – разстоянието до източника;

- за разпространение на шума като полусферична звукова вълна

$$L_p = L_w - 10 \cdot \lg(2 \cdot \pi \cdot r^2 / S_0), \text{ dB}$$

Разпространението на шума от единична турбина в околната среда, при ниво на звукова мощност 106.5 dBA и височина на оста на главината 100 m е показано на Фиг. 8. При избраното максимално ниво на звукова мощност на турбината, на 500 m от нея нивото на звуково налягане е 45 dBA, т.е. при разстояние между турбината и най-близката точка от границата на населеното място, по-голямо от 600 m, е гарантирано ниво на звуково налягане от излъчвания от турбината шум, по-ниско от 45 dBA – нормата за жилищни зони и територии през нощта съгласно Наредба № 6 от 2006 г.



Фиг. 8. Шумово поле на единична турбина със звукова мощност 106.5 dBA

На базата на тези данни, следва да се пресметне кумулативният ефект от работата на групи от вятърни турбини.

7. Шумови характеристики на повишаваща подстанция ППС 30(35)/110 kV

Нивото на шум, излъчван от повишаващата подстанция, за нуждите на прогнозното пресмятане на акустичната обстановка в района на строителство на ВЯЕЦ „Крушари“ е определен на базата на измерване на шума от аналогична повишаваща подстанция на ВЯЕЦ „Калиакра Уиндпауър“.

Нивото на звукова мощност на повишаващата подстанция е изчислено съгласно методиката за определяне на общата звукова мощност, излъчвана в околната среда от промишлено предприятие и определяне нивото на шум в мястото на въздействие, по резултатите от измерване на шума по границите на територията на подстанцията през периодите ден, вечер и нощ съгласно Наредба № 6.

Изчислените нива на звукова мощност на повишаващата подстанция на ВЯЕЦ „Калиакра Уиндпауър“ през различните периоди на денонощието са:

ден	–	$L_{\text{ден}} = 101.0 \text{ dBA}$
вечер	–	$L_{\text{вечер}} = 107.3 \text{ dBA}$
нощ	–	$L_{\text{нощ}} = 100.3 \text{ dBA}$

Измерване нивото на шум по контура на територията на подстанцията е проведено при работещи ветрогенератори, скорост на вятъра 8-10 ms⁻¹ и височина на измерване 3 m.

Предвид гореизложеното, при пресмятане на прогнозното ниво на шум за района на ВЯЕЦ "Крушари", за ППС 30(35)/100 kV е прието **106 dBA** изчислително ниво на звукова мощност, отнесена към центъра на подстанцията.

8. Прагови стойности за допустимо ниво на шум местата на въздействие

Шумовите параметри са физични величини, чрез които се оценява шумът в околната среда и се отчитат диапазоните и степента на здравен риск за населението, изложено на неговото въздействие. Рискът се определя в зависимост от характера на шума, периода на денонощието, типа на помещенията за обществени цели и/или за обитаване, особеностите на терените и типа на зоните в урбанизираните територии и извън тях.

В Приложение 2, табл. 2 от Наредба № 6 за показателите за шум в околната среда, отчитащи степента на дискомфорт през различните части на денонощието, граничните стойности на показателите за шум в околната среда, методите за оценка на стойностите на показателите за шум и на вредните ефекти от шума върху здравето на населението (ДВ 58/2006, последно изм. ДВ бр.100/2021) са посочени следните гранични стойности за шум (звуково налягане) в жилищни територии през различните периоди от денонощието:

Таблица 9

Извадка от Приложение 2, табл. 2 на Наредба 6
Еквивалентни нива на шум в жилищни територии през различните периоди от денонощието, съгласно Наредба 6 за показателите за шум в околната среда

	Територии и устройствени зони в урбанизираните територии и извън тях	Еквивалентно ниво на шум в dB(A)		
		L _{ден}	L _{вечер}	L _{нощ}
1.	Жилищни зони и територии	55	50	45

Наредба 6 определя гранични стойности на еквивалентно ниво на шум в dB(A) за 4 часови периода от денонощието: дневно (L_{ден}), вечерно (L_{вечер}), нощно (L_{нощ}) и денонощно (L₂₄) ниво на шума. Дневният период включва времето от 7 до 19 ч. (продължителност от 12 часа), вечерният период е от 19 до 23 ч. (продължителност 4 часа), нощният период е от 23 до 7 ч. (продължителност 8 часа). В редица случаи, указани в Наредба 6, денонощното ниво (L₂₄) се приравнява към дневното (L_{ден}), но в случая, граничната стойност на денонощното ниво на шума L₂₄ е пресметната в съответствие с Наредба № 6 за показателите за шум в околната среда, по следната формула (в децибели, по скала A):

$$L_{24}=10.\lg[(12.10^{L_{\text{ден}}/10}+4.10^{(L_{\text{вечер}}+5)/10}+8.10^{(L_{\text{нощ}}+10)/10})/24] \quad [\text{dB(A)}]$$

Таблица 10

Извадка от Приложение 2, табл. 2 на Наредба 6
 Еквивалентни нива на шум в жилищни територии през различните периоди от денонощието, съгласно Наредба 6 за показателите за шум в околната среда

Период от денонощието	Часови интервал	Продължителност на интервала [часа]	Определена гранична стойност на шума [dB(A)]
За промишлени зони			
Ден	07:00 – 19:00	12	70
Вечер	19:00 – 23:00	4	70
Нощ	23:00 – 07:00	8	70
L ₂₄	00:00 – 24:00	24	75
За жилищни територии			
Ден	07:00 – 19:00	12	55
Вечер	19:00 – 23:00	4	50
Нощ	23:00 – 07:00	8	45
L ₂₄	00:00 – 24:00	24	55

Оценката на въздействието по границите на населените места е извършена с оглед граничните стойности за жилищни зони и територии (Таблицы 9 и 10). Най-близко до вятърния парк се намира с. Коритен – на 710 м (Таблица 3).

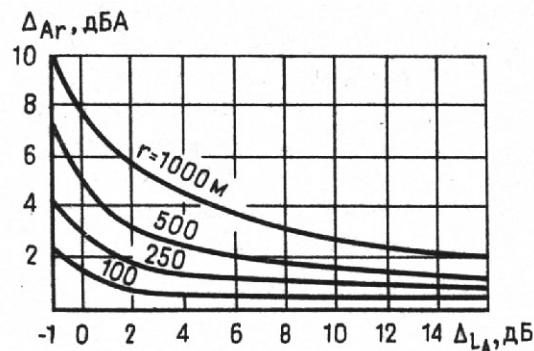
Въздействието по границата на ветроенергийния парк е оценено по граничните стойности, определени за производствено-складови територии и зони (Таблица 10).

9. Метод за прогнозиране нивото на шума, генериран от цялостен вятърен парк

Методът на прогнозиране на нивото на шум в територията, предвидена за изграждане на ВЯЕЦ „Крушари“ и по границите на населените места, е разработен въз основа на Наредба № 6 от 26 юни 2006 г. за показателите на шум в околната среда, отчитащи степента на дискомфорт през различните части на денонощието, граничните стойности на показателите на шум в околната среда, методите за оценка на стойностите на показателите на шум и на вредните ефекти на шума върху здравето на човека (посл. изм. ДВ бр.100/2021) и МС ISO 9613-2 2024-01 “Acoustics - Attenuation of sound during propagation outdoors”, въведен с Environmental Noise Directive 2002/49/ЕО (Директивата за шума). Методът използва формулите за разпространение на шум от точков източник в свободно звуково поле, при следните изходни условия:

- максимално ниво на звукова мощност на турбините на ВЯЕЦ „Крушари“, при височина на гондолата над земята 100 m - **106.5 dBA**;
- максимално ниво на звукова мощност на турбините на парковете, включени в кумулативното въздействие на шума, за които са заявени инвестиционни предложения, при височина на гондолата над земята 100 m - **106.5 dBA**;
- максимално ниво на звукова мощност на повишаващите подстанции - **106.0 dBA**;
- източникът на звук за всяка турбина е в заявеното място за монтаж на турбината, а за повишаваща подстанция – в центъра на имота, предвиден за нейното изграждане. Всички източници са нанесени на карта на местността;

- поглъщане на звука от въздушната среда – 3 dBA / 1000 m. Поглъщането на звука от въздушната среда е определено по фиг. 9, където поправката L_{AB} , отчитаща поглъщането на звука във въздуха, се определя във функция от разликата между L_{IN} и L_A .



Фиг. 9. Диаграма за определяне на поправката, отчитаща поглъщането на звук във въздуха

При прогнозирането на нивото на шум в територията на парка се пренебрегват:

- въздушната турбулентност (турбулентно смесване), отслабваща нивото на шум;
- поглъщането на шума от съществуваща растителност (горски масиви, единични дървета, тревни площи);
- поглъщането на звука от земната повърхност, изчислено чрез "средна височина на разпространение над земята";
- екранирането на звука от релефа на земната повърхност;
- въздействието върху звука, вследствие посоката на вятъра;
- насоченото разпространение на шума.

Тези допускания се прилагат в съответствие с методологията описана в ISO 9613-2-2024, и отразяват условията на минимално затихване на звука в околната среда, т.е. възможно най-неблагоприятния сценарий. Освен това, съгласно данните от изследването на вятъра в района, през не малка част от времето, турбината ще работи при скорост на вятъра, по-ниска от 8 m/s, което допълнително води до завишена прогноза на нивото на шум, спрямо действителното. Метеорологичните параметри, за които е извършена прогнозната оценка, са следните:

Температура	- 10°C
Относителна влажност	- 60%
Скорост на вятъра h_{10m}	- 3.0 m/s

Тези параметри определят най-благоприятни условия за разпространение на шума, което означава оценка за най-тежък сценарий на нивото на шума. Пренебрегването на факторите на затихване завишава прогнозата и осигурява запас в прогнозираното ниво на шум от **3÷5 dBA**.

9. Източници на шум по време на строителството

При изграждане на подобни съоръжения в други страни е установено, че въздействието на шума е ограничено и се отнася само до времето на строителство на обекта. Въздействие на шум по време на строителството може да възникне от следните дейности:

- Трафик на тежки товарни машини, превозващи желязно-решетъчните стълбове, кабели, бетон и др. в зоната на строителство и по най-близките пътища;
- Изкопни работи, свързани с прилагане на тежки съоръжения за изкопаване на земя и полагане на стълбовете, шините, изолаторите по линията на електропровода.

Строителната механизация е източник на шум и вибрации в рамките на строителната площадка. Съгласно *Наредба № 6 от 15.08.2005 г. за минималните изисквания за осигуряване на здравето и безопасността на работещите при рискове, свързани с експозиция на шум*, максимално допустимата стойност за шума в работната среда, е 87 dB(A), докато горното и долното ниво на шума за предприемане на действия от страна на работодателите, е съответно 85 dB (A) и 80 dB (A). Източниците на шум по време на строителството са свързани преди всичко с предвидените за изпълнение строително-монтажни работи (СМР) и използваната за това строителна механизация и техника. По своята природа и характер, шумът по време на строителните дейности е с периодично действие, непостоянен и с временен характер.

У нас няма специфични норми и изисквания, които да се отнасят до гранични стойности за времето на строителството, експлоатацията или други, конкретно за подобен род обекти, като изграждане на вятърни паркове. Поради това, в случая се прилагат граничните стойности за работна среда за защита на работещите, както и тези за околната среда за защита на населението, цитирани по-горе (Таблица 10). За определяне на акустичната характеристика на потенциалните източници на промишлен шум, е използвана информация за необходимата специализирана механизация и техника за извършване на предвидените с проекта строителни дейности.

Данните от измервания, направени на тежкотоварни транспортни машини, както и на използвани в строителството, показват нива на шум при източника в диапазоните:

- Пътно-строителна техника - 65-105 dB(A)
- Тежкотоварни машини - 73-93 dB(A)
- Електровози - 90-98 dB(A)
- Булдозери - 97-105 dB(A)
- Багери - 80-91 dB(A)

Списъкът от строителна и транспортна техника, в т.ч. и специализирана, която се използва за строителство на вятърни паркове е дълъг и горните примери са само за част

от видовете машини и не са изчерпателни. За разчетите ползваме данни за шумовите фактори от подробната база на *Construction Noise Handbook, US Federal Highway Administration*:

Таблица 11

Шумови фактори за строително-транспортни машини
(https://www.fhwa.dot.gov/Environment/noise/construction_noise/handbook/handbook09.cfm)

Източник	Ниво на звукова мощност dB(A) по честотни диапазони [Hz]									Интегрирано ниво на звукова мощност dB(A)
	31.5	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	
Автокран	-	80	76	71	63	64	63	56	50	72
Тежък камион	-	80	76	73	70	69	66	63	58	75
Багер / булдозер	-	81	77	74	70	70	66	60	56	77
Валираща машина	-	80	75	77	72	67	62	54	46	72

Таблица 12

Пресметнато общо шумово ниво при едновременна работа на 4-те машини, указани в Таблица 11

Източник	Мощност P [kW]	Еквивалентно ниво $L_{екв}$ dB(A)	Интегрирано ниво $L_{екв\ общо}$ dB(A)
Автокран	290 kW	72	72
Тежък камион	162 kW	75	75
Багер / булдозер	187 kW	77	77
Валираща машина	152 kW	72	72

Пресметнатото общо еквивалентно шумово ниво на разстояние 7,5 м от четирите машини при едновременната им работа на монтажна площадка е $L_{Аекв, T}^{(7,5)} = 83,7 \text{ dB(A)}$. “Граница на парка” е твърде условно понятие, затова е по-коректно да се използва понятието „граница на поземлен имот“, в който е разположена вятърната турбина. Населеното място, разположено най-близко до вятърна турбина от ВЯЕЦ „Крушари“ е с. Коритен, което има 233 жители и регулационната му линия на се намира на **710 м** от най-близката турбина. Къщите са едноетажни, поради което приемаме за височина на рецептора 1,5 м (приземно ниво). Използваме зависимостта в *Приложение 3а към чл. 6, ал. 7 от Наредба 6* за да пресметнем еквивалентното А-претеглено ниво на шума $L_{Атер, T}$ в децибели [dB(A)] в мястото на въздействие (рецепторът е в най-близката точка от регулационната линия на с. Коритен) за дневния период, който е с продължителност 12 часа:

$$L_{Атер, T} = L_{Аекв, T}^{(*)} - \Delta L_{разст.} - \Delta L_{екр,}$$

където:

$L_{Аекв, T}^{(12)}$ - изходното еквивалентно ниво на източника на шум през деня в dB(A);

$\Delta L_{разст.}$ - намаляване нивото на шума в dB(A), в зависимост от разстоянието и разликата във височините на източника и изчислителната точка (мястото на въздействие), определено по графиката на фиг. 1 (Прил.3а, Наредба 6).

Въз основа на горната зависимост получаваме ниво на шума $L_{Aтер,Т} = 11,7 \text{ dB(A)}$, т.е., на границата на с. Коритен шумът от строителните работи през деня ще бъде едва доловим, а през останалите периоди от денонощието, строителни работи няма да има. Тъй, като това е най-малкото разстояние между регулационна линия на селище и вятърна турбина от ВЯЕЦ „Крушари“, следва, че този извод е валиден и за всичките останали селища, намиращи се най-близо до територията, предвидена за изграждане на ВЯЕЦ „Крушари“.

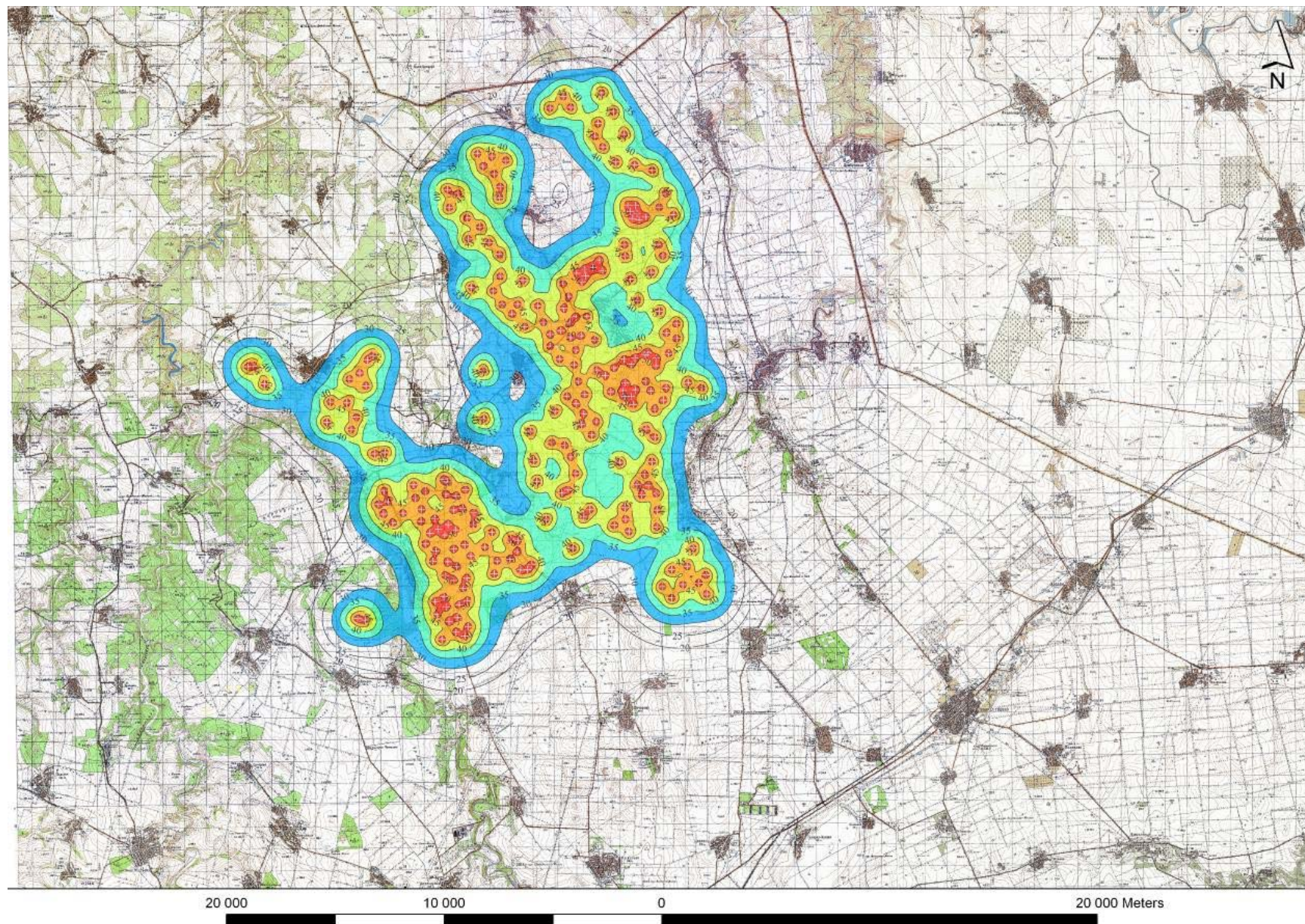
Следва да се подчертае, че прогнозната оценка е направена с прилагане на принципа на предпазливостта, като са заложили най-благоприятните възможни условия за разпространение на звука и едновременно работата на четири от най-тежките, най-мощни и най-шумни машини, което е идеализиран сценарий в опасната посока. При такава конфигурация на факторите, прогнозната оценка отразява теоретично възможния най-неблагоприятен случай за шумово замърсяване по време на строителните работи по изграждане на парка. На практика, действителните нива на генерираните от строителната техника шум, ще бъдат значително по-ниски от прогнозните стойности, указани по-горе.

Очевидно е, че изграждането на ветроенергийния парк ще се извършва турбина по турбина и едновременно извършване на СМР на монтажните площадки на няколко турбини, с участието на тежка механизация е възможно само на теория. Освен това, строително-монтажни дейности, ще се извършват само през светлата част на деня, т.е. ще се работи по 8 часа през дневния период (между 7 и 19 ч.), поради което, шумът е изчислено само за $L_{ден}$, и отразява възможния дискомфорт през деня.

10. Определяне на кумулативното ниво на шум, генерирано от ВЯЕЦ „Крушари“ и от парковете, за които са заявени инвестиционни предложения, и за които е преценено, че следва да бъдат включени в кумулативната оценка

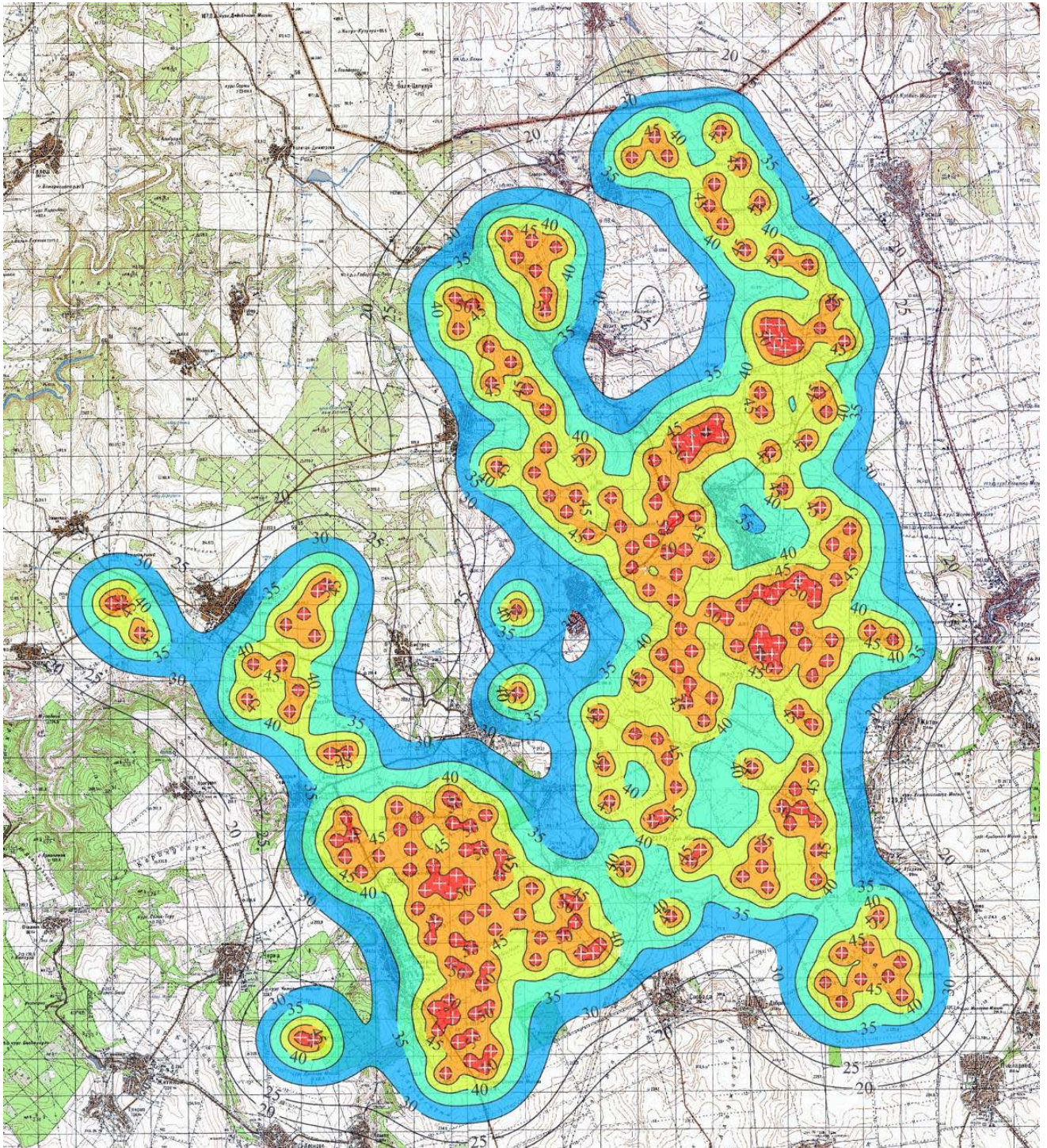
Прогнозната оценка на нивото на шум, резултат от работата на ВЯЕЦ „Крушари“ и на съседните паркове, за които са налице заявени инвестиционни предложения, и за които по критериите в т. 5 е преценено, че следва да бъдат включени в кумулативната оценка. Оценката е направена въз основа на характеристиките на единичните източници на шум, определени в т. 6 и 7, като е използвана методиката, изложена в т. 8. Разположението на индивидуалните източници на шум – вятърни турбини и повишаващи подстанции, е показано по-горе на на фиг. 7. На тази база е разработен математически модел с помощта на специализирано програмно обезпечение, чрез който е изчислено генерираното звуково ниво. Графичното изразяване на изчислените звукови нива е във вид на шумова карта, на която точките с еднакво ниво на генериран звук се свързват помежду си в затворени контури (акустични изолинии).

На фиг. 10 е показана шумовата карта за района, предвиден за изграждане на ВЯЕЦ „Крушари“ и на съседните заявени паркове. Картата отразява кумулативното шумово ниво, генерирано при **едновременната работа на 229 вятърни турбини и на три повишаващи подстанции.**



Фиг. 10. Шумова карта на територията, предвидена за изграждане на ВятрЕЦ "Крушари" и на останалите паркове, включени в кумулативната оценка. Картата отразява шума, генериран от едновременната работа на 229 вятърни турбини и 3 подстанции.

На фиг. 11 е показана фрагмент на шумовата карта, обхващащ само района въздействие на ветрогенераторите върху акустичната обстановка на селищата.



Фиг. 11. Фрагмент на шумова карта на територията, предвидена за изграждане на ВЯЕЦ "Крушари" и на останалите паркове, включени в кумулативната оценка на шума, с населените места, подлежащи на здравна защита.

Картата отразява шума, генериран от едновременната работа на 229 вятърни турбини и 3 подстанции

В таблица 9 са показани фоновото ниво на шум в населените места в района, предвиден за изграждане на ВЯЕЦ „Крушари“ и съседните заявени паркове, включени в кумулативната оценка и прогнозните нива на шум при съвместната работа на 229-те ветрогенератора и трите повишаващи подстанции.

Таблица 9

Наименование на селището	Ниво на звуково налягане на височина 1,5-7,6 м над земята, dBA		
	Шумов фон	Шум при работа на 229 вятърни турбини и 3 ППС	Сумарно ниво на шум
с. Крушари	33 ÷ 36	32	35.6 ÷ 37.6
с. Полковник Дяково	33 ÷ 36	38	39.3 ÷ 40.2
с. Александрия	32 ÷ 34	32	35.0 ÷ 36.2
с. Коритен	32 ÷ 34	33	35.6 ÷ 36.6
с. Северняк	32 ÷ 34	25	32.9 ÷ 34.6
с. Полк. Кърджиево	32 ÷ 34	33	35.6 ÷ 36.6
с. Абрит	32 ÷ 34	33	35.6 ÷ 36.6
с. Росица	33 ÷ 36	< 20	33.0 ÷ 36.0
с. Добрин	33 ÷ 36	39	40.2 ÷ 40.8
с. Житен	32 ÷ 34	30	34.2 ÷ 35.6
с. Сноп	32 ÷ 34	33	35.6 ÷ 36.6
с. Загорци	32 ÷ 34	33	35.6 ÷ 36.6
с. Земенци	32 ÷ 34	32	35.0 ÷ 36.2

Прогнозните нива на шум за нощния период в населените места Крушари, Полковник Дяково, Александрия, Коритен, Северняк, Поручик Кърджиево, Абрит, Росица, Добрин, Житен, Сноп, Загорци и Земенци, при едновременната работа на 229-те вятърни турбини и трите повишаващи подстанции, за които са регистрирани валидни инвестиционни намерения, са **значително по-ниски от 45 dBA** – граничната стойност за ниво на шум през нощния период в населени места и жилищни територии. В тези селища жилищните постройки с 2 и повече етажа са изключение – почти всички постройки са едноетажни. Това, обаче, в случая е без значение, тъй като стойностите на изчисления шум за рецептори на регулационните линии на населените места, намиращи се най-близо до вятърна турбина, са еднакви в диапазона от височина на рецептора от 1,5 м (приземно ниво) до 7,6 м (втори етаж) над земната повърхност. Следва отново да се отбележи че моделът е построен на база принципа на предпазливостта и че условията, включени в него (вж. раздел 9) са възможно най-благоприятни за разпространението на звука, което означава, че получените стойности за нива на шум по границите на населените места в района са **завишени по отношение на реалните**.

11. Определяне на относителния и абсолютния риск за здравето на населението по време на работата на парка и по време на строителството му

Оценката на вредните ефекти върху здравето е извършена с използване на зависимостите от Приложение № 4 към чл. 7 от Наредба № 6 за показателите за шум в околната среда (ДВ бр. 58/2006 г. с изм. и доп.). Приложение 4, обаче, не съдържа

зависимости за шум от вятърни паркове, нито за промишлен шум или, поради което се налага да се използват някои от другите формули и като най-подходящи изглеждат формулите за оценка на риска, предназначени за шум от автомобилен трафик, който е с умерени стойности и действа непрекъснато през цялото денонощие. Прилагането на такъв подход няма специална обосновка и с висока вероятност ще даде завишени стойности на риска, но от друга страна, методът в Приложение 4 на Наредба 6 е принципен и универсален и касае изчисляването на риска за от вредни ефекти, свързани с шума, въз основа на съпоставянето “експозиция – ефект”.

Тъй, като вредният ефект „Ишемична болест на сърцето“ е неприложим за промишлен шум, към който спада и шумът от вятърните паркове, използваме зависимостите от *Burden of Disease from Environmental Noise (WHO and JRC European Commission, 2011)*, за да изчислим абсолютния риск (AR) от другите два вредни ефекта:

- Силен дискомфорт (НА [%]);
- Сериозни смущения на съня (HSD [%]).

Абсолютен риск за вреден ефект „Силен дискомфорт“:

За изчисляване на абсолютния риск (AR) за определяне процента от населението, което ще бъде обект на вредния ефект “Силен дискомфорт (НА)”, в указаното по-горе ръководство е посочена следната зависимост, предназначена за автомобилен трафик:

$$НА (\%) = 9.868 \cdot 10^{-4} (L_{den} - 42)^3 - 1.436 \cdot 10^{-2} (L_{den} - 42)^2 + 0.5118 (L_{den} - 42)$$

От Таблица 9, обаче е видно, че за всички селища изчисленото прогнозно ниво на шум на границата на селището е по-ниско от 42 dBA, което означава, че по горната формула ще се получи резултат с отрицателен знак за процента от жителите, които биха могли да изпитат вредния ефект „Силен дискомфорт“. По този повод, в ръководството *Burden of Disease from Environmental Noise (WHO and JRC European Commission, 2011)* се казва, че **стойностите за L_{den} , които са по-ниски от 45 dBA и по-високи от 75 dBA, са изключени от оценката**, тъй като при ниски нива на шум се получават ненадеждни резултати, а при високи нива се получават нереални „оцелели“. Оттук следва, че, абсолютният риск за вредния ефект „Силен дискомфорт“, изчислен, като процент от жителите на с. Добрин – селото с най-висок шум (**40,8 dBA**) изчислен на границата на селото, е нула. Процентът е нула и за останалите села, в които шумът е по-нисък.

Резултат от анализа на абсолютния риск за вреден ефект „Силен дискомфорт“:

- **Абсолютният здравен риск, изчислен, като процент от жителите на указаните в Таблица 10 населени места, които могат да изпитат вредния ефект „Силен дискомфорт“ по време на работата на ВяЕЦ „Крушари“, е нула.**
- Нивото на строителен шум на границата на най-близкото до парка с. Коритен е $L_{Aтер,Т} = 11,7 \text{ dB(A)}$. **Съответно, абсолютният здравен риск за жителите на указаните в Таблица 10 населени места, да изпитат вредния ефект „Силен дискомфорт“ по време на строителството на ВяЕЦ „Крушари“, е също нула.**

Абсолютен риск за вреден ефект „Сериозни смущения на съня“:

В Приложение 4 на Наредба 6 е указано, че здравният риск от двата дефинирани вредните ефекта „Силен дискомфорт“ и „Сериозни смущения на съня“ могат да се изчислят, като абсолютен или като относителен риск. Избираме да ги изчислим, като абсолютен риск, изразен, като процент засегнато население. В *Burden of Disease from Environmental Noise (WHO and JRC European Commission, 2011)*, е дадена следната зависимост за изчисляване на Абсолютния риск (AR) в проценти от жителите на засегнатите селища, които биха могли да изпитат вредния ефект „Сериозни смущения на съня (HSD)“:

$$\text{HSD (\%)} = 20.8 - 1.05 * L_{\text{night}} + 0.01486 * L_{\text{night}}^2$$

където:

HSD (%) - част от населението, което се очаква да изпита сериозни смущения на съня, изразено в %;

L_{night} - показател за шума, свързан с нарушаването на съня през нощта

В Таблица 10 е показан прогнозният абсолютен риск за засягане на населението от вредния ефект „Сериозни смущения на съня“, пресметнат, като очакван брой засегнати жители от всяко селище, въз основа на горната зависимост. Видно от таблицата, от общо 3033 жители на населените места в територията на ВяЕЦ „Крушари“, 71 души могат да се окажат засегнати от въпросния вреден ефект, което е **2,33% от цялото население**.

Таблица 10

Прогнозен абсолютен риск за засягане от вредния ефект „Сериозни смущения на съня“, изразен като прогнозен брой засегнати жители

Наименование на селището	Макс. еквивалентно ниво на шум на границата на селището $L_{\text{екв}}$ [dBA]	Брой жители	HSD [%] Процент жители, засегнати от „Сериозни смущения на съня“	Брой жители, засегнати от вредния ефект „Сериозни смущения на съня“
с. Крушари	37,6	1289	2,33	30,01
с. Полковник Дяково	40,2	254	2,60	6,62
с. Александрия	36,2	58	2,26	1,31
с. Коритен	36,6	233	2,28	5,30
с. Северняк	34,6	115	2,26	2,60
с. Пор. Кърджиево	36,6	19	2,28	0,43
с. Абрит	36,6	226	2,28	5,14
с. Росица	36,0	400	2,26	9,03
с. Добрин	40,8	76	2,70	2,05
с. Житен	35,6	133	2,25	3,00
с. Сноп	36,6	75	2,28	1,71
с. Загорци	36,6	10	2,28	0,23
с. Земенци	36,2	145	2,26	3,28
Общо		3033		71

12. Оценка на значимостта на въздействието

Единна методика за оценка на значимостта на въздействието, утвърдена на национално ниво у нас няма, но съществуват множество ръководства, инструкции, прототипни методи и публикации за оценка на значимостта на въздействието (*Ръководство относно прилагането на член 7 от директивата за ОВОС, Jaspers, 2013, Environmental Resources Management CCGT Power Plant, SALDANHA, <https://safetyculture.com/topics/risk-assessment/5x5-risk-matrix>, Environmental Impact Assessment Methodology, Management and Maintenance of the Scottish Trunk Road Network, Transport Scotland, © Amey plc April 2013, Environmental Impact Assessment of Projects, European Commission, 2017 и др.*), като всички ползват сходни методи и собствени критерии за количествена и полуколичествена оценка, и съответно дават сходни, макар и различни в детайлите резултати. В случая се използва експрес-метод, който комбинира факторите за оценка, с оглед приложимостта им за звуковото въздействие на вятърни паркове и позволява да се извърши полуколичествена оценка на значимостта на шумовото въздействие на ВЯЕЦ „Крушари“ и да се представи същото следната матрица:

ВЕРОЯТНОСТНО ОПИСАНИЕ НА ДЕСКРИПТОРА		МАГНИТУД НА ВЪЗДЕЙСТВИЕТО / ПОСЛЕДСТВИЯТА				
		ПРЕНЕБРЕЖИМО [1]	СЛАБО [2]	УМЕРЕНО [3]	СИЛНО [4]	УВРЕЖДА СРЕДАТА [5]
		Неуловимо за човешкия слух – до 3 dBA над фоновия шум	Слабо уловимо за човешкия слух – от 3 до 5 dBA над фоновия шум	Уловимо за човешкия слух – от 5 до 7 dBA над фоновия шум	Дискомфорт и раздразнение – от 7 до 10 dBA над фоновия шум	Нови заболявания, свързани с шума – повече от 25 dBA над фоновия шум
РЯДКО / ОТДАЛЕЧЕНО [1]	Може да възникне само при изключителни обстоятелства	1 МНОГО НИСЪК	2 МНОГО НИСЪК	3 НИСЪК	4 НИСЪК	5 УМЕРЕН
МАЛКО ВЕРОЯТНО [2]	Възможно е някога да възникне	2 МНОГО НИСЪК	4 НИСЪК	6 УМЕРЕН	8 УМЕРЕН	10 УМЕРЕН
ВЕРОЯТНО / ПОНЯКОГА [3]	Може да възниква от време на време	3 НИСЪК	6 УМЕРЕН	9 УМЕРЕН	12 УМЕРЕН	15 ВИСОК
МНОГО ВЕРОЯТНО [4]	Вероятно ще възниква в доста случаи	4 НИСЪК	8 УМЕРЕН	12 УМЕРЕН	16 ВИСОК	20 МНОГО ВИСОК
ПОЧТИ СИГУРНО [5]	Очаква се да възниква винаги	5 УМЕРЕН	10 УМЕРЕН	15 ВИСОК	20 МНОГО ВИСОК	25 МНОГО ВИСОК
		ДЕСКРИПТОР	ВЕРОЯТНОСТ	ВЪЗДЕЙСТВИЕ	КОЛИЧЕСТВЕН БАЛ	ЗНАЧИМОСТ НА ВЪЗДЕЙСТВИЕ
		Шум от ВЯЕЦ	МН. ВЕРОЯТНО [4]	НЕУЛОВИМО [1]	4	НИСКА

ЦВЕТОВЕ ЗА ИНДИКИРАНЕ СТЕПЕНТА НА РИСКА					
0 НУЛЕВ РИСК	1-2 МНОГО НИСЪК РИСК	3-4 НИСЪК РИСК	5-12 УМЕРЕН РИСК	15-16 ВИСОК РИСК	20-25 МНОГО ВИСОК РИСК

Източник: <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC8275831/>

Фиг. 12. Матрична количествена за оценка на значимостта на шумовото въздействие на ВЯЕЦ „Крушари“ върху близко разположените населени места

От извършената полуколичествена оценка на значимостта на шумовото въздействие на ВЯЕЦ „Крушари“ е видно, че шумовото въздействие поражда ниска степен на риск с **оценка 4 бала от 25 възможни** за населението в близко разположените до парка селища.

До тази оценка се стига, като се определи вероятността за възникване на шумово въздействие. В периода на строителството шумово въздействие ще възниква в доста случаи през дневната част на денонощието, докато се изграждат близко разположените да населените места вятърни електрогенератори и елементите на инженерната инфраструктура, при което вероятностното описание на дескриптора се оценява, като „МНОГО ВЕРОЯТНО“.

По време на експлоатацията на парка, шумовото въздействие ще възниква при скорости на вятъра около и над 8 м/сек, което обхваща годишно около 25% от времето. Общо и за периода на строителство, и за периода на експлоатация, вероятностното описание на дескриптора е „МНОГО ВЕРОЯТНО“ с количествена оценка 4 бала по използвания метод.

Прогнозният абсолютен здравен риск за засягане на населението от вредния ефект „Сериозни смущения на съня“, пресметнат, като очакван брой засегнати жители от всяко селище, въз основа на горната зависимост. Видно от таблицата, от общо 3033 жители на населените места в територията на ВЯЕЦ „Крушари“, 71 души могат да се окажат засегнати от въпросния вреден ефект, което е **2,33% от цялото население в района**.

Самото шумово въздействие е „ПРЕНЕБРЕЖИМО“ с оценка 1 бал, тъй като създава нищожен здравен риск за жителите на населените места в района, поради ниските нива на шума, които в огромната част от времето са около и под нивото на шумовия фон. По този начин, общо, за оценката на значимостта на въздействието на шума получаваме 4 бала, като произведение от двете определени величини. По използваната от метода полу-количествена скала за оценка от 1 до 25 бала, получените 4 бала **определят значимостта на шумовото въздействие от ВЯЕЦ „Крушари“ и съответно, риска за здравето, като „НИСЪК“**.

13. Необходимост от мерки за намаляване въздействието на шума, генериран от вятърните турбини

Шумовите ефекти се смекчават чрез промяна на броя и местата на вятърните турбини, но в случая не се налага да се вземат, тъй като значимостта на въздействието и съответно, рискът за здравето на местните жители, е „НИСЪК“.

Шумовото въздействие задължително следва да се включи в обхвата на наблюдението на работата на парка (в импактния мониторинг), след като паркът бъде изграден и пуснат в експлоатация.

14. Влияние на инфразвука от вятърните турбини върху човешкото здраве

Физична същност на инфразвука

Инфразвуките са трептения и/или вълни, разпространяващи се във въздуха или еластичните среди с честота по-ниска от границата на възприеманите от човешкото ухо трептения 20 Hz, т. е. това са трептения в честотния диапазон от 0,1 Hz до 20 Hz. По характера на честотния си спектър инфразвукът се класифицира на:

- широколентов инфразвук с непрекъснат спектър с ширина по-голяма от една октава;
- тонален инфразвук, в честотния спектър на който има дискретни съставлящи. Хармоничният характер на инфразвука се установява при превишаване на нивото на една октавна честотна лента на съседните октавни ленти с повече от 10 dB.

По времевите си характеристики инфразвукът се класифицира на:

- постоянен инфразвук, нивото на звуково налягане, на който за времето на наблюдение се променя с по-малко от 6 dB;
- непостоянен инфразвук, нивото на звуково налягане на който за времето на наблюдение се променя с повече от 6 dB. Измерването на инфразвука се извършва по скала „линейно“ на шумомера и времева характеристика „бавно“.

Физическата природа на инфразвука и акустичния шум е една и съща, поради което основните определения и единици на измерване са едни и същи. Нормиращите характеристики на постоянния инфразвук са:

- нива на звуково налягане (L_p) в октавните честотни ленти със средногеометрични честоти 2, 4, 8 и 16 Hz, определяни по формулата:

$$L_p = 10 \cdot \lg \frac{P^2}{P_0}, dB,$$

където

P е средноквадратично значение на налягането на въздуха, Pa ;

P_0 – прагово значение на звуково налягане на въздуха, равно на $2,0 \cdot 10^{-5} Pa$.

- еквивалентно ниво на звуково налягане в октавните честотни ленти 2, 4, 8 и 16 Hz и еквивалентно общо ниво на звуково налягане, определено по формулата

$$L_{p,екв} = 10 \cdot \lg \left(\frac{1}{T} \cdot \sum_{i=1}^n t_i \cdot 10^{0,1L_i} \right), dB,$$

където

T е времето на наблюдение, h ;

t_i – време на действие на инфразвук с ниво L_i ;

n – общо число на интервалите с различно ниво на инфразвук;

L_i – ниво на инфразвук в i -тия интервал на време, dB .

Като допълнителни характеристики на инфразвука се използват нивата на звуково налягане в терцоктавните честотни ленти със средногеометрични честоти 1.6, 2, 2.5, 3.15, 4, 5, 6.3, 8, 10, 12.5, 16 и 20 Hz, както и нивата на звуково налягане в теснолентови честотни ленти. Те могат да се използват за преизчисляване на нивата на инфразвук в октавните честотни ленти.

Съществуват и някои отличия между свойствата на инфразвука и акустичния шум, например:

- инфразвуковите вълни се излъчват само като сферични вълни;
- разпространението на инфразвуковите вълни в атмосферата, вследствие нейната нееднородност, обуславя наличието на звукопроводни канали;
- абсорбцията на инфразвука в атмосферата е нищожна;
- при инфразвука силно е изразено явлениято дифракция, поради което те лесно заобикалят акустичните екрани и прегради и проникват в помещенията;
- инфразвуковите трептения могат да предизвикат вибрации на големи обекти вследствие на възникване на стоящи вълни и възбуждане на резонансни явления;
- ударните (взривните) вълни са преходни явления, при които по-голяма част от звуковата енергия е концентрирана в инфразвуковия обхват.

Въздействие на инфразвука върху човешкия организъм

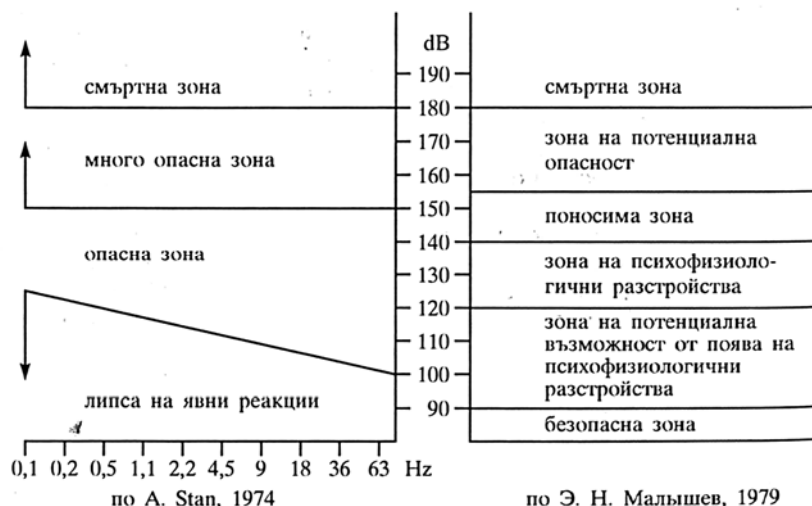
Изследванията на биологичното въздействие на инфразвука показват, че човешкият организъм е чувствителен към него. Въздействието му се възприема, както чрез слуховия анализатор, така и чрез механо- рецепторите на кожата. Възбужданите от инфразвук нервни импулси нарушават координираната работа на различните части на нервната система и могат да предизвикат главозамаяване, болки в корема, повдигане, затруднено дишане, страх, а при интензивно и продължително въздействие – кашлица, задушаване, психически отклонения. Инфразвук със средна интензивност може да предизвика разстройство на храносмилането, сърдечносъдовата система, дихателната система, както и да предизвика психически отклонения с неочаквани последствия.

Инфразвук с висока интензивност може да предизвика в организма резонансни явления поради съвпадение на честотата на свободните трептения на вътрешните органи с тази, на инфразвука. Собствените честоти на свободните трептения на вътрешните органи на човека са:

- 20÷30 Hz – на главата;
- 40÷100 Hz – на очите;
- 0,5÷13 Hz – на вестибуларния апарат;
- 2÷3 Hz – на стомаха;
- 2÷4 Hz – на червата;
- 6÷8 Hz – на бъбреците;
- 4÷6 Hz – на сърцето;
- 2÷5 Hz – на ръцете;
- 5÷7 Hz – на гръбначния стълб.

Възникването на резонансни явления на вътрешните органи при висока интензивност на инфразвука може да доведе до нарушаване на нормалната работа на всички органи, а като краен вариант е възможен и смъртен изход, поради спиране на сърдечната дейност или разкъсване на кръвоносните съдове.

На фиг. 3.2.1 са показани зоните на опасност от инфразвуково въздействие съгласно изследванията на *A. Stan* и *E. H. Малышев*.



Фиг. 13. Зони на опасност на инфразвуково въздействие.

Хигиенни норми за инфразвук

Пределно допустимите нива на инфразвук, съгласно *CH2.2.4/2.1.8.583-96 „Инфразвук на работните места, в жилищните и обществени помещения и на територията на жилищно застрояване“* на *ГОСКОМСАНЕПИД* надзора на Руската федерация, са показани в таблица 11:

Таблица 11

Пределно допустими нива на инфразвук на работните места, в жилищните и обществените помещения и на жилищните зони и територии по CH2.2.4/2.1.8.583-96

	Наименование на помещенията	Ниво на звуково налягане, dB, в октавните ленти със средно-геометрични честоти, Hz				Общо ниво на звуково налягане, dB, LIN
		2 Hz	4 Hz	8Hz	16 Hz	
1.	Производствени помещения и територии при: • работа с различна степен на натоварване; • работа с различна степен на интелектуално-емоционално натоварване	100	95	90	85	100
		95	90	85	80	95
2.	Жилищни зони и територии	90	85	80	75	90
3.	Помещения в жилищни и обществени сгради	75	70	65	60	75

В Наредба № 6 от 26 юни 2006 г. за показателите на шум в околната среда, отчитащи степента на дискомфорт през различните части на денонощието, граничните стойности на показателите на шум в околната среда, методът за оценка на стойностите на показателите за шум и на вредни ефекти от шума върху здравето на човека няма норми за гранични стойности на показателите на инфразвук в околната среда.

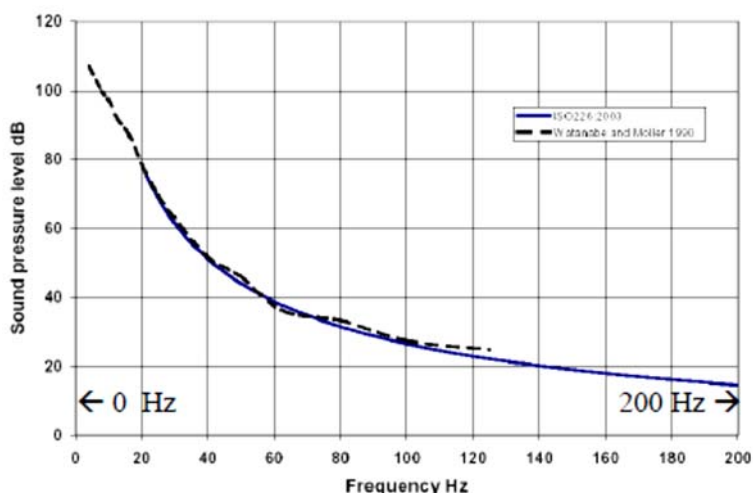
В Инфразвук, ултразвук, шум и вибрации, Медицина и физкултура, С., 1995 са представени норми на инфразвук на работните места и в производствени помещения, които превишават показаните в Таблица 11 санитарни норми от 2 до 10 dB. Съгласно цитираната в същия източник отраслова нормала на Транспортния медицински институт „Инфразвук в транспортни средства. Допустими нива и методи за измерване на работните места“, се регламентират следните нива на инфразвук в кабините на транспортните средства:

Таблица 12

Допустими нива на инфразвук в кабините на транспортните средства

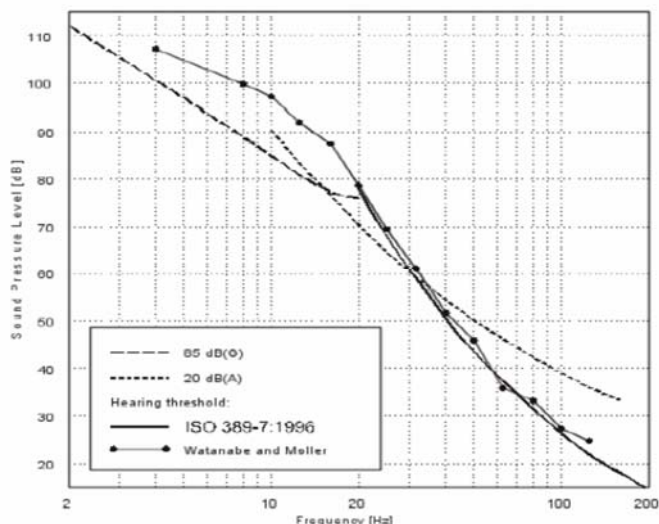
Кабини на транспортните средства	Ниво на звуково налягане, dB, в октавните ленти със средногеометрични честоти				Общо ниво на звуково налягане, dB,
	2 Hz	4 Hz	8Hz	16 Hz	
	102	102	99	99	105

В Anthony L. Rogers, Ph.D., Wind Turbine Noise, Infrasound and Noise Perception, Renewable Energy Research Laboratory, University of Massachusetts and Amherst, January 18, 2006 са указани граничните нива на възприемане на инфразвук от човек. Данните са представени на фиг. 14. При честота 10 Hz, чуваемостта е 100 dB. На фигурата са показани с прекъсната линия граничните нива на възприемане на инфразвук и нискочестотен шум съгласно Watanabe и Meller, а с непрекъсната линия – линията на субективно възприемане на шума, съответстваща на 0,0 phon, съгласно ISO 226-2003.



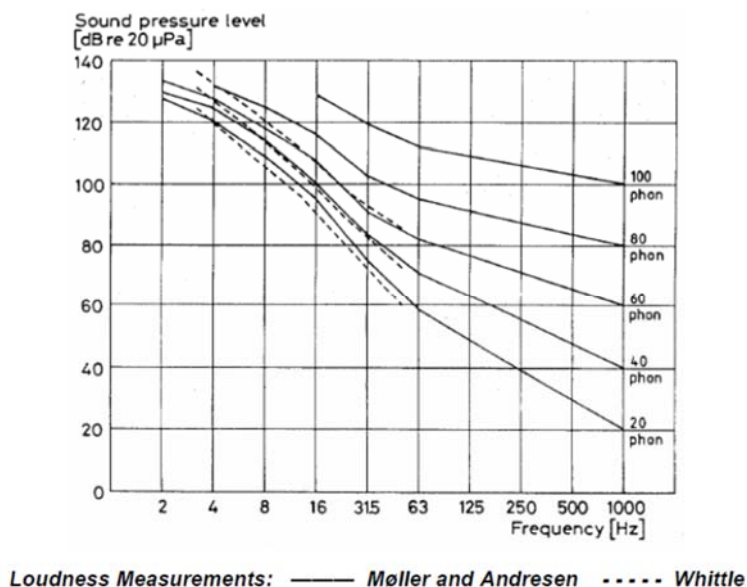
Фиг. 14. Гранични нива на възприемане на инфразвук от човека

В George Bellhouse, *Low Frequency Noise and Infrasound from Wind Turbine Generators*, Bel Acoustic Consulting, 30th June 2004, New Zealand и в Robert D. O'Neal, Robert D. Hellweg, Richard M. Lampeter, *A Study of low Frequency Noise and Infrasound from Wind Turbines*, Epsilon Associates, Inc, July 2009 са цитирани определените от Watanabe и Meller нива на възприемане на инфразвук от човека, показани на фиг. 15. На същата фигура са показани и граничните нива на възприемане на нискочестотен шум в честотния диапазон 20 Hz до 200 Hz съгласно ISO-389-7, 1996.



Фиг. 15. Гранични нива на възприемане на инфразвук от човека.

На фиг. 16 са представени кривите на субективно възприемане на шума и инфразвука в честотния диапазон 2 Hz÷1000 Hz по Møller и Andersen, съгласно George Bellhouse, *Low Frequency Noise and Infrasound from Wind Turbine Generators*, Bel Acoustic Consulting, 30th June 2004, New Zealand:



Фиг. 16. Криви на субективно възприемане на инфразвук и шум съгласно Møller и Andersen

Инфразвук, излъчван при работа на вятърните електрогенератори

Развитието на конструкцията на ветрогенераторите е свързано с разработването на мерки за намаляване нивото на излъчвания от тях инфразвук. Инфразвуковите вълни, съпровождащи работата на ветрогенераторите, се възбуждат от колебанията на лопатките на турбината при обтичането им от въздушния поток, както и от взаимодействието на потока при преминаване на лопатките пред кулата на ветрогенератора. Излъчваният инфразвук е тонален с честота кратна на лопатъчната честота на турбината:

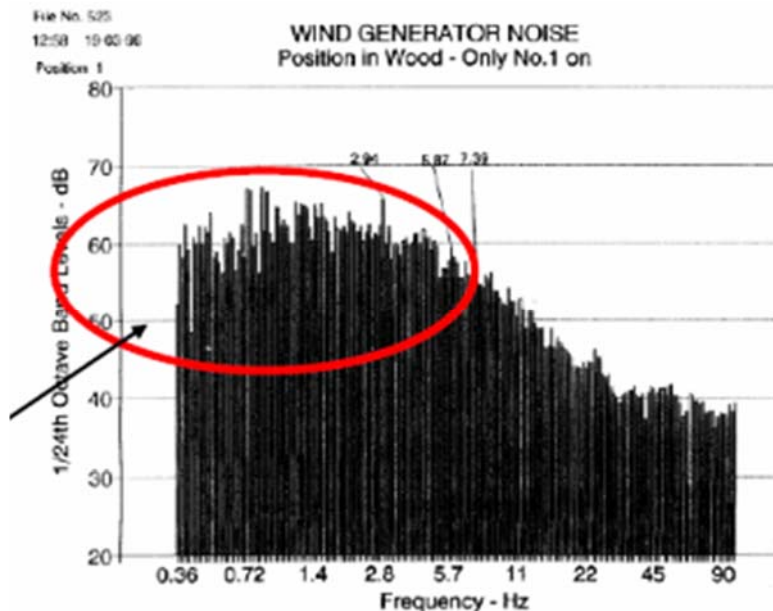
$$f_{\text{infra}} = k \cdot z_p \cdot f_B,$$

където,

f_B е честотата на въртене на турбината, Hz

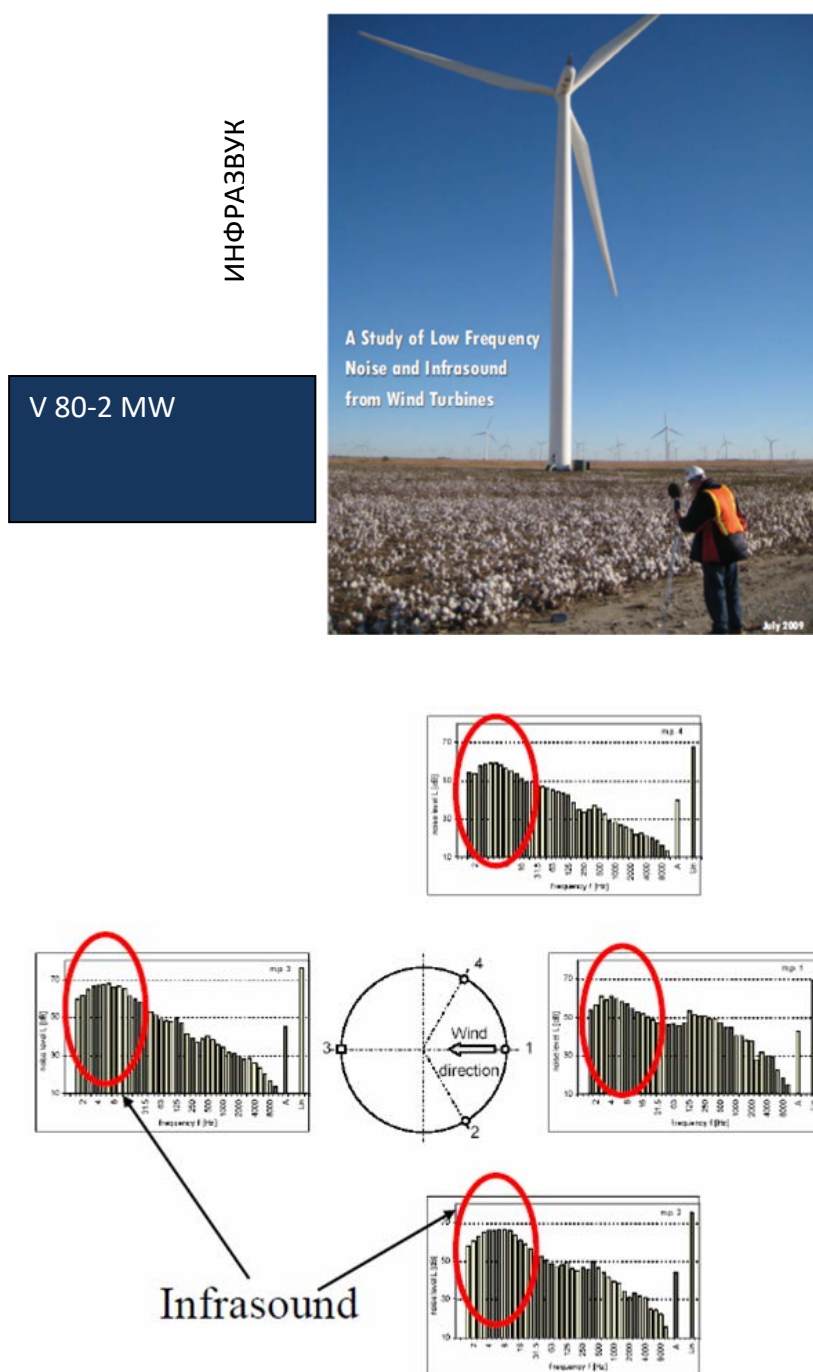
z_p – брой лопатки на ротора на турбината; $k = 1, 2, 3$.

На фиг. 17 е показано изменението на звуковото налягане в зоните на инфразвука и на нискочестотния шум, измерени при работата на вятърна турбина с мощност $1,5 \div 2$ MW, с диаметър на ротора 61 m и брой на лопатките 2 (*Anthony L. Rogers, Ph.D., Wind Turbine Noise, Infrasound and Noise Perception, Renewable Energy Research Laboratory, University of Massachusetts and Amherst, January, 18, 2006*). Показан е и времеви запис на изменение на звуковото налягане, анализът на който показва, че преобладаващият хармоник е с лопатъчната честота на ротора.



Фиг. 17. Терцоктавен спектър на излъчвания от вятърна турбина инфразвук и нискочестотен шум

На фиг. 18 е показан терцоктавният спектър на излъчвания от вятърен електрогенератор тип VESTAS V80 2 MW инфразвук и нискочестотен шум, измерен в четири позиции по отношение на направлението на вятъра (*Anthony L. Rogers, Ph.D., Wind Turbine Noise, Infrasound and Noise Perception, Renewable Energy Research Laboratory, University of Massachusetts and Amherst, January, 18, 2006*). Анализът на резултатите от измерванията показва, че максималното ниво на инфразвука, измерено на разстояние 118 m от оста на кулата, е по-ниско от 70 dB

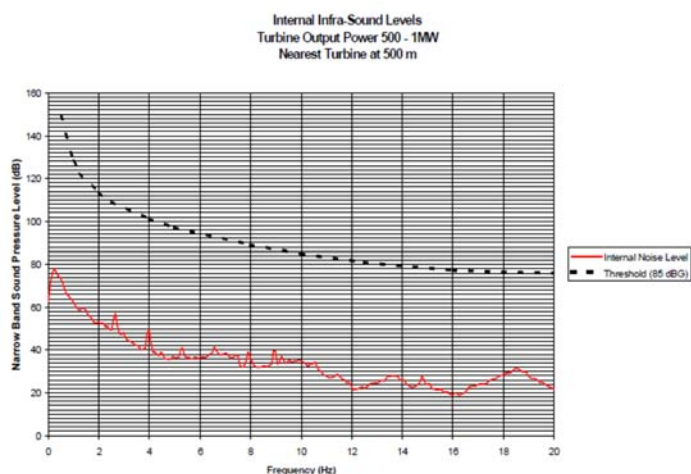


Фиг. 18. Терцоктавен спектър на излъчвания от вятърна турбина VESTAS V80 - 2 MW инфразвук и нискочестотен шум

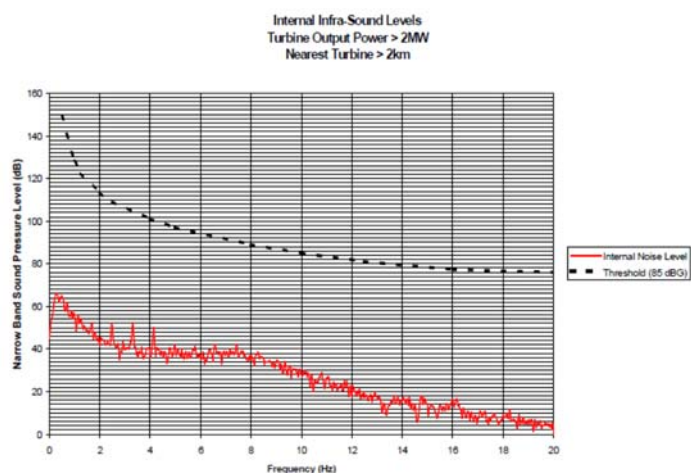
Резултатите от измерване на излъчвания инфразвук от вятърни турбини, получени от други изследователи, са аналогични.

На фиг. 19-а е показан спектърът на излъчвания от ветрогенератор с мощност 500 kW – 1 MW инфразвук, измерен на разстояние **500 м** от турбината, а на фиг. 19-б е показан спектърът на излъчвания от ветрогенератор с мощност по-голяма от 2 MW инфразвук, измерен на разстояние **2000 м** от турбината [Andy Mc Kenzie, *Infrasound, Low Frequency Noise and Vibration from Wind Turbine. Hayes Mc Kenzie Partnership Ltd., Salisbury & Machynlleth*].

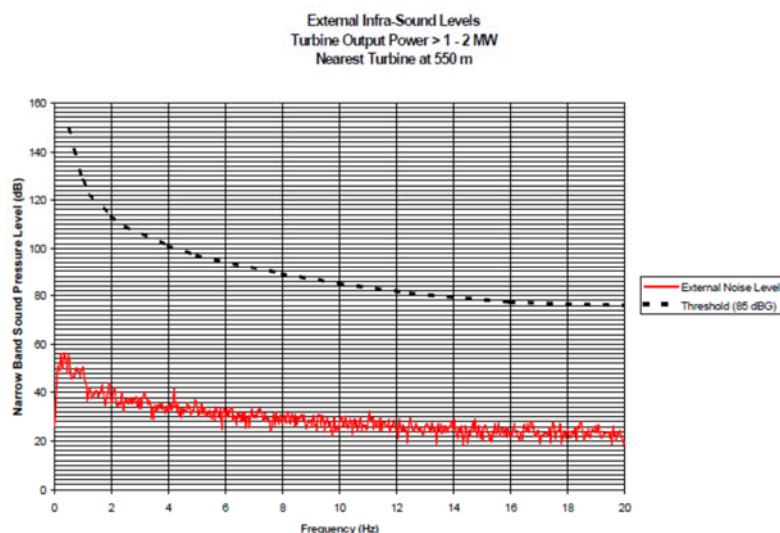
На фиг. 19-в е показан спектърът на излъчвания от турбини с мощност 1 MW÷2 MW инфразвук, измерен на разстояние **550 м**, а на фиг. 19-г – измерен на разстояние **420 м** от тях. На фигурите е показано и граничното ниво на инфразвук, над което, организмът на човека започва да го възприема.



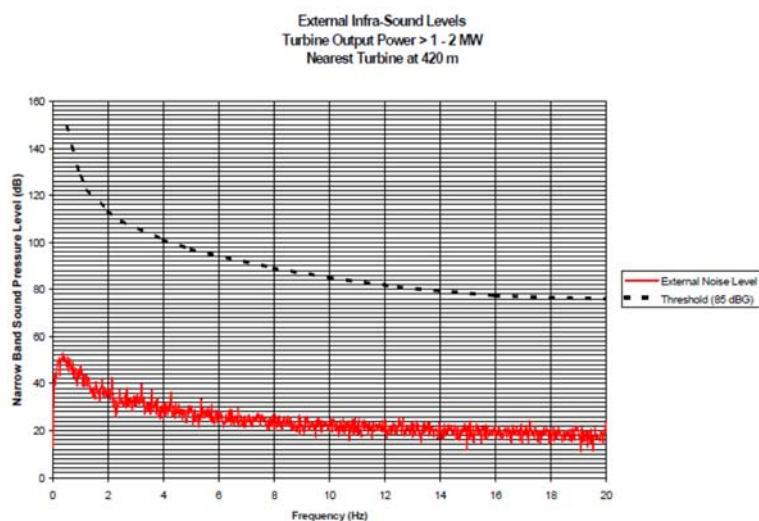
Фиг. 19-а. Спектър на излъчвания инфразвук от вятърни турбини с мощност 500 kW ÷ 1 MW, измерен на разстояние 500 м от тях



Фиг. 19-б. Спектър на излъчвания инфразвук от вятърни турбини с мощност >2 MW, измерен на разстояние 2000 м от най-близката турбина



Фиг. 19-в. Спектр на излъчвания инфразвук от вятърни турбини с мощност 1-2 MW, измерен на разстояние 550 м от турбината

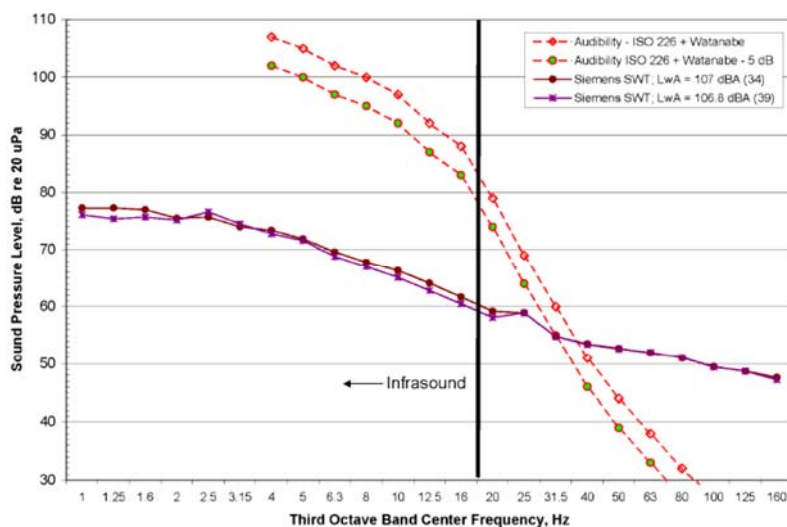


Фиг. 19-г. Спектр на излъчвания инфразвук от вятърни турбини с мощност 1-2 MW, измерен на разстояние 420 м от турбината

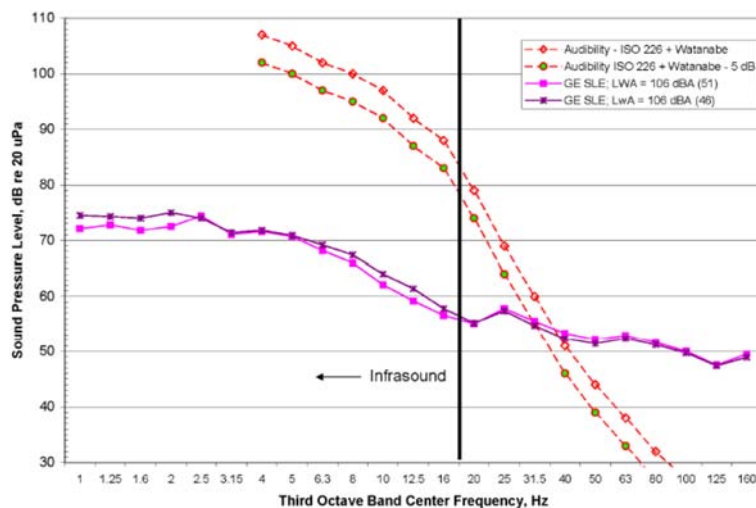
На фиг. 20 са представени терцоктавните спектри на излъчвания от ветрогенератори инфразвук и нискочестотен шум (по *Robert D. O'Neal, Robert D. Hellweg, Richard M. Lampeter, A Study of low Frequency Noise and Infrasound from Wind Turbines, Epsilon Associates, Inc, July 2009*), както следва:

- фиг. 20-а – на вятърна турбина Siemens SWT-2.3-93, измерен на разстояние 300 m;
- фиг. 20-б – на вятърна турбина General Electric GE 1.5, измерен на разстояние 300 m.

На същите фигури са нанесени и граничните нива на възприемане на нискочестотния шум съгласно ISO 226 и на възприемане на инфразвука съгласно *Watanabe*.



Фиг. 20-а. Терцоктавен спектър на инфразвука, излъчван от вятърна турбина Siemens SWT-2,3-93, измерен на 300 м от турбината



Фиг. 20-б. Терцоктавен спектър на инфразвука, излъчван от вятърна турбина GE 1,5, измерен на 300 м от турбината

Изводи относно въздействието на инфразвука от вятърни турбини върху здравето

Сравнението на резултатите от измерване на инфразвука с известните хигиенни норми за жилищни зони и територии (*Санитарные нормы СН 2.2.4/2.1.8.583 – 96 Инфразвук на рабочих местах, в жилых и общественных помещениях и на территории жилой застройки, Госкомсанэпид надзора РФ от 31 октября 1996 г. №52*), както и с препоръчаните от редица изследователи криви на възприемане на инфразвука от организма на човека, показва следното:

1. Произвежданите преди повече от 20 години вятърни турбини от фирмите VESTAS, Siemens, General Electric и Gamesa излъчват инфразвук, с ниво по-ниско от границата на възприемане на инфразвука от организма на човека.

2. Анализът на спектрите на излъчвания от вятърните турбини нискочестотен шум позволява направения по-горе извод за нивото на излъчвания от турбините инфразвук, да се приложи към всички турбини, с мощност по-висока от 1 MW и произведени след 2005 година.
3. Инфразвуковото въздействие на вятърните паркове върху населените места, разположени на разстояние по-голямо или равно на 500 м от най-близките вятърни турбини, е пренебрежимо малко.
4. Проблемът с наличието на инфразвук се отнася до старите конструкции на вятърни електрогенератори, произведени преди 2005 г. В съвременните турбини излъчването на инфразвук е сведено до минимум за сметка на усъвършенствания аеродинамичен дизайн на турбините, по ради което такъв проблем през последните 20 години не съществува.
5. При избор на вятърни електрогенератори от старите модификации на фирмите VESTAS, Siemens, General Electric, Gamesa както и на други производители на вятърни турбини с мощност над 1 MW и при осигуряване на минимално разстояние между турбините и най-близките населени места, по-голямо или равно на 500 м, нивото на инфразвук в околната среда **гарантирано ще бъде по-ниско от границата на възприемане на инфразвука от човешкия организъм.**
6. Поради горната причина, не е необходимо да се разработват математически модели и да се извършва пресмятане чрез моделиране на разпространението на инфразвука в района на ВЯЕЦ "Крушари", както и в който и да е друг съвременен вятърен парк.

Оценка на значимостта на въздействието на инфразвука

Единна методика за оценка на значимостта на въздействието, утвърдена на национално ниво у нас няма, но съществуват множество ръководства, инструкции, прототипни методи и публикации за оценка на значимостта на въздействието (*Ръководство относно прилагането на член 7 от директивата за ОВОС, Jaspers, 2013, Environmental Resources Management CCGT Power Plant, SALDANHA, <https://safetyculture.com/topics/risk-assessment/5x5-risk-matrix>, Environmental Impact Assessment Methodology, Management and Maintenance of the Scottish Trunk Road Network, Transport Scotland, © Amey plc April 2013, Environmental Impact Assessment of Projects, European Commission, 2017 и др.*), като всички ползват сходни методи и собствени критерии за количествена и полуколичествена оценка, и съответно дават сходни, макар и различни в детайлите резултати. В случая се използва експрес-метод, който комбинира факторите за оценка, с оглед приложимостта им за въздействието на инфразвук, генериран от вятърни паркове и позволява да се извърши полуколичествена оценка на значимостта на инфразвуковото въздействие на ВЯЕЦ „Крушари“ и да се представи същото в следната матрица:

		МАГНИТУД НА ВЪЗДЕЙСТВИЕТО / ПОСЛЕДСТВИЯТА				
		ПРЕНЕБРЕЖИМО [1]	СЛАБО [2]	УМЕРЕНО [3]	СИЛНО [4]	УВРЕЖДА СРЕДАТА [5]
ВЕРОЯТНОСТНО ОПИСАНИЕ НА ДЕСКРИПТОРА		Неуловимо за човешки слух – до 3 dBA над фоновия шум	Слабо уловимо за човешки слух – от 3 до 5 dBA над фоновия шум	Уловимо за човешки слух – от 5 до 7 dBA над фоновия шум	Дискомфорт и раздразнение – от 7 до 10 dBA над фоновия шум	Нови заболявания, свързани с шума – повече от 25 dBA над фоновия шум
РЯДКО / ОТДАЛЕЧЕНО [1]	Може да възникне само при изключителни обстоятелства	1 МНОГО НИСЪК	2 МНОГО НИСЪК	3 НИСЪК	4 НИСЪК	5 УМЕРЕН
МАЛКО ВЕРОЯТНО [2]	Възможно е някога да възникне	2 МНОГО НИСЪК	4 НИСЪК	6 УМЕРЕН	8 УМЕРЕН	10 УМЕРЕН
ВЕРОЯТНО / ПОНЯКОГА [3]	Може да възниква от време на време	3 НИСЪК	6 УМЕРЕН	9 УМЕРЕН	12 УМЕРЕН	15 ВИСОК
МНОГО ВЕРОЯТНО [4]	Вероятно ще възниква в доста случаи	4 НИСЪК	8 УМЕРЕН	12 УМЕРЕН	16 ВИСОК	20 МНОГО ВИСОК
ПОЧТИ СИГУРНО [5]	Очаква се да възниква винаги	5 УМЕРЕН	10 УМЕРЕН	15 ВИСОК	20 МНОГО ВИСОК	25 МНОГО ВИСОК
		ДЕСКРИПТОР	ВЕРОЯТНОСТ	ВЪЗДЕЙСТВИЕ	КОЛИЧЕСТВЕН БАЛ	ЗНАЧИМОСТ НА ВЪЗДЕЙСТВИЕ
		Инфразвук	РЯДКО [1]	НЕУЛОВИМО [1]	1	МНОГО НИСКА

ЦВЕТОВЕ ЗА ИНДИКИРАНЕ СТЕПЕНТА НА РИСКА					
0 НУЛЕВ РИСК	1-2 МНОГО НИСЪК РИСК	3-4 НИСЪК РИСК	5-12 УМЕРЕН РИСК	15-16 ВИСОК РИСК	20-25 МНОГО ВИСОК РИСК

Източник: <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC8275831/>

Фиг. 21. Матрична количествена за оценка на значимостта на инфразвука, генериран от ВЯЕЦ „Крушари“, върху близко разположените населени места

Тъй, като не съществуват норми за нива на инфразвук, са използвани данните за оценка на магнитуда на въздействието за обикновен звук, което представлява **колосално презастраховане**, тъй като прагът на звуково налягане, над който човек започва да усеща и чува инфразвук с честота 20 Hz е 85 dB, а прагът на звуково налягане, при който човешкото ухо започва да долавя звук с честоти 8-10 kHz (най-честите при комуникация) е около 5 dB. Това на практика са несъпоставими прагове и за инфразвук на вятърна турбина би било много по-справедливо магнитудът на въздействие/последствия да се оцени, като „НУЛЕВО“, вместо „ПРЕНЕБРЕЖИМО“, както е оценен по скалата в таблицата.

От извършената полуколичествена оценка на значимостта на инфразвука на ВЯЕЦ „Крушари“ е видно, че същият поражда ниска степен на риск с **оценка 1 бал от 25 възможни** за населението в близко разположените до парка селища.

До тази оценка се стига, като се определи вероятността за възникване на въздействие на инфразвук. Тъй, като не може да се изключи генериране на инфразвук от някоя от строителните машини е прието, че в периода на строителството, „ВЕРОЯТНОСТНОТО

ОПИСАНИЕ НА ДЕСКРИПТОРА“ **инфразвуково въздействие** може да възникне „РЯДКО“ само през дневната част на денонощието, докато се изграждат близко разположените да населените места вятърни електрогенератори и елементите на инженерната инфраструктура.

Общо и за периода на строителство, и за периода на експлоатация, вероятностното описание на дескриптора е „РЯДКО“ с количествена оценка 1 бал по използвания метод.

Самото шумово въздействие е „ПРЕНЕБРЕЖИМО“ с оценка 1 бал, тъй като създава нулев здравен риск за жителите на населените места в района, поради ниските нива (или по-скоро, нулеви нива) на инфразвук, които не могат да бъдат усетени/чути от човешко ухо. По този начин, общо, за оценката на значимостта на въздействието на инфразвука получаваме 1 бал, като произведение от двете определени величини. **По използваната от метода полу-количествена скала за оценка от 1 до 25 бала, получените 1 бал определят значимостта на въздействието на инфразвука, генериран от ВЯЕЦ „Крушари“ и съответно, риска, като „МНОГО НИСЪК“.**

На практика, въздействието на фактор „инфразвук“ ще бъде **нулево**, тъй като за горната оценка бяха използвани данни от стари вятърни турбини, произвеждани преди 20 и повече години. При съвременните вятърни турбини аеродинамичният дизайн е много по-съвършен и генериране на инфразвук при тях практически отсъства.

Необходимост от мерки за намаляване въздействието на инфразвука

В случая, не се налага да се вземат никакви конкретни мерки, тъй като значимостта на въздействието и съответно, рискът за здравето на местните жители, е „МНОГО НИСЪК“.

Препоръчително е, наличието и въздействието (ако има такъв) на инфразвук да бъде включено в обхвата на наблюдението на работата на парка и в програмата за импактен мониторинг.

15. Влияние на вибрациите от вятърните турбини върху човешкото здраве

Основни параметри и характеристики на вибрациите

Колебателното движение на материалните частици, изграждащи дадена машина или конструкция, около равновесното им положение се нарича вибрация. Вибрациите съпровождат всяка дейност на човека. Те могат да бъдат класифицирани като периодични, непериодични и случайни, а в зависимост от продължителността им – на непрекъснати и краткотрайни.

Основните параметри на вибрациите са:

- Вибропреместване

$$s(t) = \hat{s} \cdot \sin \omega t;$$

- Виброскорост

$$v(t) = \frac{ds(t)}{dt} = \omega \cdot \hat{s} \cdot \cos \omega t = \hat{v} \cdot \cos \omega t;$$

- виброускорение

$$a(t) = \frac{d^2 s(t)}{dt^2} = -\omega^2 \cdot \hat{s} \cdot \sin \omega t = -\omega \cdot \hat{v} \cdot \sin \omega t = -\hat{a} \cdot \sin \omega t$$

където,

$\hat{s}$, $\hat{v}$, $\hat{a}$ са пикови стойности на вибропреместването;

ω - кръгова честота.

Нивата на вибрации съгласно ISO 5349 се определят по зависимостите:

- ниво на вибропреместване

$$L_s = 20 \cdot \lg \frac{s}{s_0}, \text{ dB};$$

- ниво на виброскорост

$$L_v = 20 \cdot \lg \frac{v}{v_0}, \text{ dB};$$

- ниво на виброускорение

$$L_a = 20 \cdot \lg \frac{a}{a_0}, \text{ dB},$$

където,

s , v , a са измерените стойности на вибрациите;

s_0 , v_0 , a_0 – са прагови стойности.

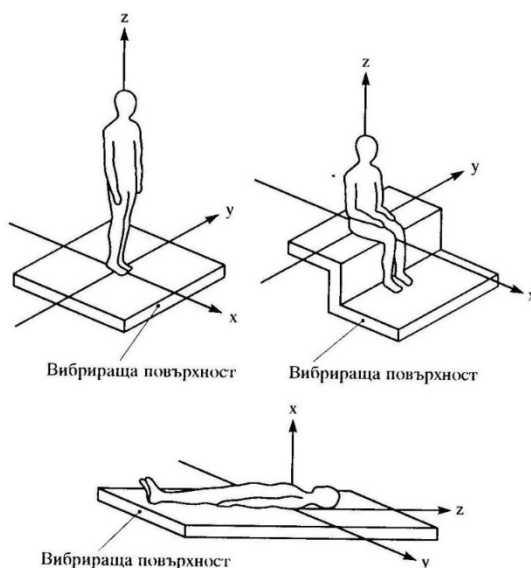
$$s_0 = 10^{-6} \text{ m} = 1 \mu\text{m}, \quad v_0 = 10^{-6} \text{ mm s}^{-1}, \quad a_0 = 10^{-6} \text{ ms}^{-2}.$$

Обикновено при нормиране на вибрациите се използват средноквадратичните им значения. Средноквадратичното значение се определя по зависимостта

$$v_{\text{rms}} = v_{\text{RMS}} = \sqrt{\frac{1}{t_2 - t_1} \cdot \int_{t_1}^{t_2} [v(t)]^2 dt}$$

При оценка на въздействието на вибрациите върху човека най-важни параметри са:

- мястото на контакт:
 - при трудова дейност вибрациите се предават чрез контакт с ръцете – локални вибрации;
 - при възприемане на вибрациите в седящо, стоящо или легнало положение – общи вибрации;
- посока на трептенията – на фиг. 22 са показани стандартизираните положения на осите x, y и z при общи вибрации;



Фиг. 22. Стандартизирани положения на осите x, y и z при общи вибрации.

- честота на вибрациите – честотните диапазони на локални и общи вибрации са показани в таблица 13:

Таблица 13

Честотни диапазони на локални и общи вибрации

Вид на вибрацията	Локални	Общи
Нискочестотни	8 – 16 Hz	1 – 4 Hz
Средночестотни	31,5 – 63 Hz	8 – 16 Hz
Високочестотни	125 – 1000 Hz	31,5 – 63 Hz

Въздействие на общите вибрации върху човешкия организъм

Вибрациите, възникващи в резултат от работата на ветрогенераторите, се възприемат от организма, като общи вибрации, поради което по-долу ще се разгледа само въздействието на общите вибрации.

Въздействието на общите вибрации се възприема от организма чрез екстероинтерорецепторите, разположени както в контактуващите с вибрациите повърхности, така и с по-дълбоко разположените органи.

Най-често използваните подходи за оценка на общите вибрации са:

- субективна оценка на поносимостта на вибрациите;
- надеждност на изпълнение на задачите;
- обективни физиологични показатели.

Субективната оценка се извършва по 3 критерия:

- праг на възприятие;
- неприятно усещане;
- поносимост на вибрациите, което се базира на усещания за болка, безпокойство и страх.

При хора, продължително експонирани на общи вибрации, се наблюдават:

- промени във вестибуларния, слуховия и зрителния анализатори;
- въздействие върху перформанса (резултата от изпълнение на зрително-моторна задача);
- въздействие върху сърдечно-съдовата дейност;
- въздействие върху нервната система;
- въздействие върху опорно-двигателния апарат.

Нормиране на общите вибрации

Наредба № 9 от 2010 г. за максимално допустимите стойности на вибрациите в жилищни помещения определя следните норми за вибрации и корекционни коефициенти за светлата и тъмната част на денонощието:

Таблица 14-а

Максимално допустими стойности на постоянните вибрации през нощта 23⁰⁰-7⁰⁰ ч.

Параметър на вибрациите	Средноквадратични стойности на вибрациите в октавните ленти със средногеометрични честоти (Hz)							Коригирана стойност на виброускорението "a"
	1	2	4	8	16	31.5	63	
Виброскорост $\times 10^{-4}$ m/s	18	6.2	2.2	1.1	1.1	1.1	1.1	-
Виброускорение $\times 10^{-3}$ m/s ²	11	7.8	5.5	5.5	11	22	44	14.6
Вибропреместване $\times 10^{-7}$ m	2800	490	87	22	11	5.6	2.8	-

Таблица 14-б

Стойности на корекционния коефициент K1 в зависимост от времето на денонощието

Влияещ фактор	Условия	Стойности на корекционния коефициент K1
Време от денонощието	ден от 07,00 до 23,00 ч.	K1 = 1,78
	нощ от 23,00 до 7,00 ч.	K1 = 1

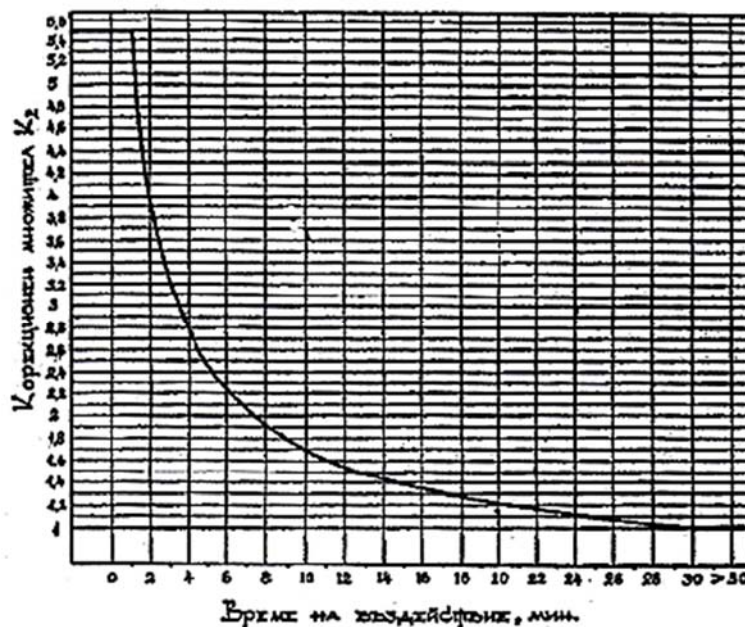
Максимално допустимата стойност на вибрациите се определя по следната формула:

$$V_{\text{доп}} = K_1 \cdot K_2 \cdot V$$

където:

- $V_{\text{доп}}$ е максимално допустимата стойност на вибрациите по следните норми;
- V - максимално допустимата стойност на вибрациите през нощта (от 23,00 до 7,00 ч.) съгласно Таблица 14-а;
- K_1 - корекционният множител за времето от денонощието съгласно Таблица 14-б;
- K_2 - корекционният множител за продължителността на въздействие на вибрациите през деня и се определя по формулата или по графиката:

$$K_2 = \begin{cases} 1 & \text{при } T \geq 30 \\ \sqrt{\frac{T}{30}} & \text{при } 1 \leq T \leq 30 \\ 5,5 & \text{при } T \leq 1 \end{cases}$$

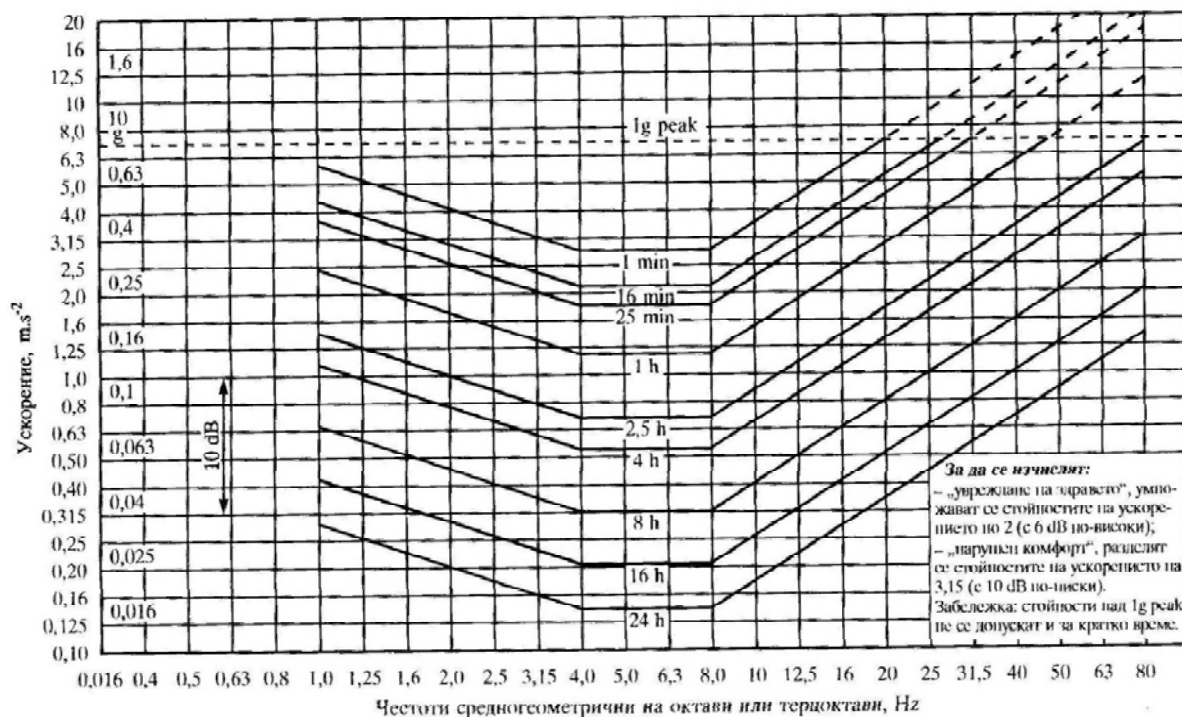


Графика за определяне на корекционните коефициенти

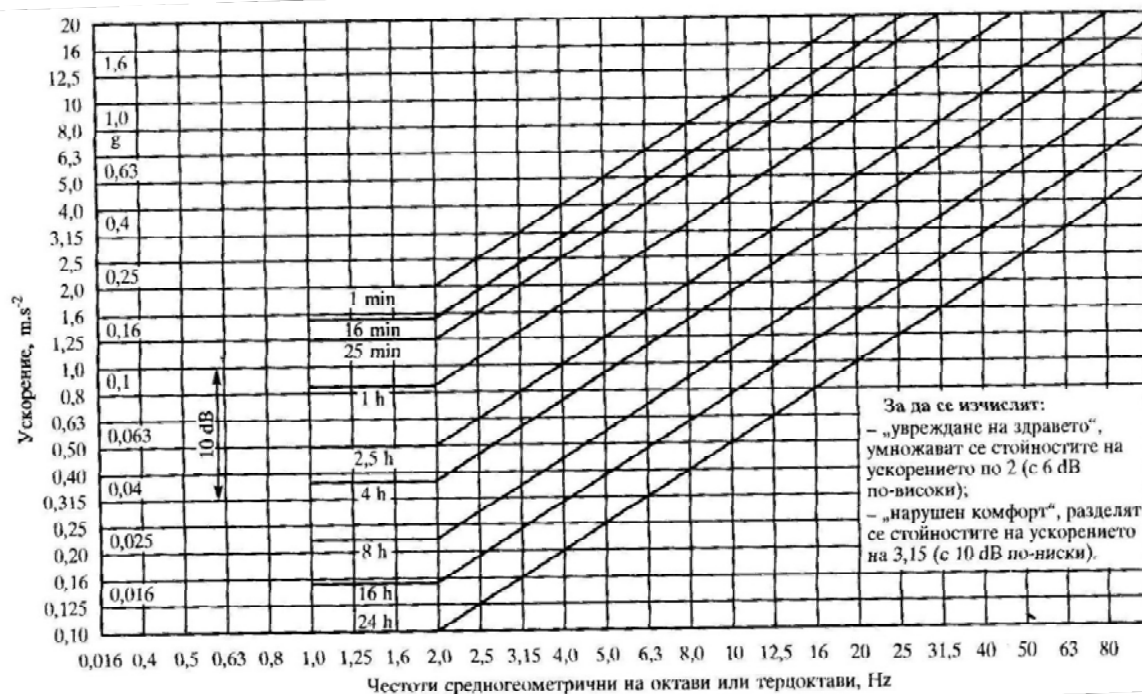
В **Международния стандарт за общи вибрации ISO 2631-1** са указани 3 критерия на въздействие и съответните стойности на интензивност и време на дневна експозиция от 1 минута до 24 часа, при неспазването на които се:

1. Нарушава комфорта.
2. Намалява се работоспособността.
3. Уврежда се здравето.

На фиг. 23 и 24 са показани зависимостите на „намаляване на работоспособността“ при надвишаване стойностите на ускорението при вертикални и хоризонтални вибрации в зависимост от честотата и времето на експозиция.



Фиг. 23. „Намаляване на работоспособността“ при надвишаване стойностите на ускорението при вертикални вибрации (ос Z) в зависимост от честотата и времето на експозиция по ISO 2631-1



Фиг. 24. „Намаление на работоспособността“ при надвишаване на стойностите на ускорението при хоризонтални вибрации (ос X, Y) в зависимост от честотата и времето на експозиция по ISO 2631-1

При едновременно действие на хоризонтални и вертикални вибрации се определя интегралната стойност на виброускорението:

$$a = \sqrt{(1,4 \cdot a_x)^2 + (1,4 \cdot a_y)^2 + a_z^2}$$

Интегралната стойност на виброускорението се съпоставя с най-ниските норми – тези при честота 4 – 8 Hz, показани на фиг. 23 и 24.

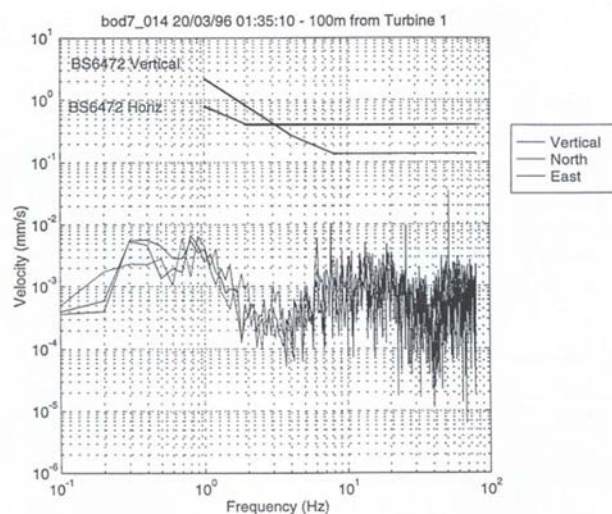
Вибрации, възбуждани от работата на вятърни турбини

Основните възбудители на вибрации от страна на вятърните електрогенератори са:

- дебаланс на работното колело;
- вибрации на кулата, възбудени от обтичането ѝ от въздушния поток и турбулизиране на потока при преминаване на лопатките пред нея;
- вибрации на трансмисията на генератора;
- вибрации от обслужващите системи, разположени в гондолата на ветрогенератора.

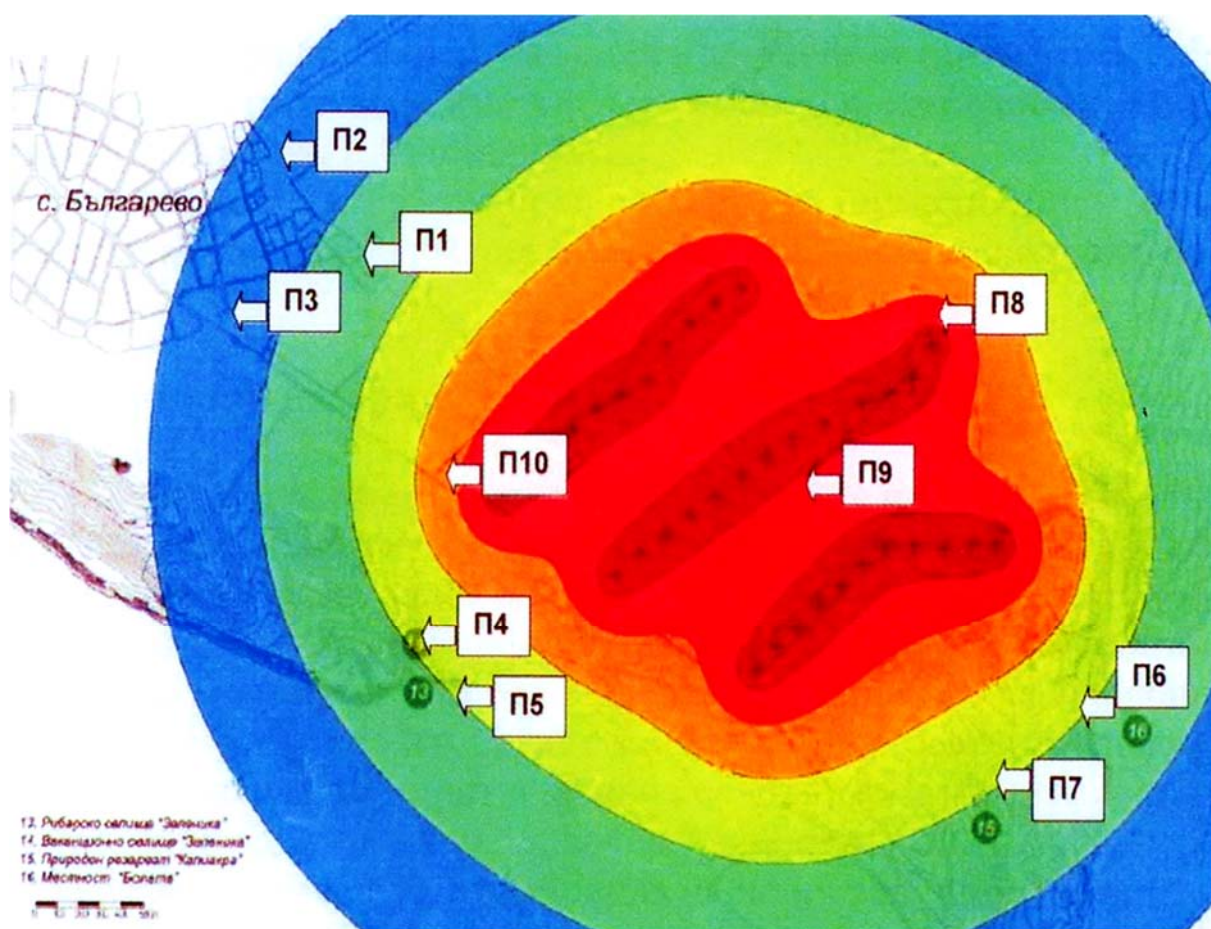
Вибрациите на ветрогенератора се предават на земната повърхност чрез бетонния му фундамент и се разпространяват по механизма на сеизмичните вълни.

Измерванията на вибрации на земната повърхност на разстояние 100 m, възбудени от работата на ветрогенератори, показват, че нивото на вибрации е много по-ниско от прага на възприемане на общите вибрации съгласно BS 6472 (*Robert D. O’Neal, Robert D. Hellweg, Richard M. Lampeter, A Study of low Frequency Noise and Infrasound from Wind Turbines, Epsilon Associates, Inc, July 2009*). На фиг. 25 са показани резултатите от измерване на вертикалните и хоризонталните вибрации на земната повърхност от работата на ветрогенератор, разположен на разстояние 100 m от точката на измерване.



Фиг. 25. Измерени вертикални и хоризонтални вибрации на земната повърхност, причинени от работата на вятърна турбина, на разстояние 100 m от нея

Измерванията на вибрациите в района на ВЯЕЦ „Калиакра Уиндпауър“, извършени през 2008 г. в определените пунктове за мониторинг, показват, че във всички пунктове на измерване, отбелязани на фиг. 26, измерените виброускорения във вертикално и хоризонтално направление са по-ниски от $0,01 \text{ m/s}^2$, а честотата на вибрациите е в диапазона от 0,5 Hz до 2 Hz. От Таблица 14-а е видно, че още при източника, тези резултати са по-ниски от нормите за жилищни помещения и ще затихнат допълнително докато достигнат границите на населеното място. Иначе казано, вибрациите по никакъв начин не могат да превишат нормите за жилищни помещения, както за дневния, така и за нощния период.



Фиг. 26. Пунктове за мониторинг на ВЯЕЦ "Калиакра Уиндпауър"

Сравнението между измерените виброускорения на земната повърхност, предизвикани от турбините и представените на фиг. 23 и 24 зависимости за „намаляване на работоспособността“ при 24 часова експозиция показва, че нивото на вибрации е от 3 до 5 пъти по-ниско от граничното ниво на вибрации, предизвикващо „нарушен комфорт“ по ISO 2631-1. Очевидно е, че вибрациите, генерирани от работата на вятърни турбини, са с по-ниски стойности от граничните по всички цитирани по-горе норми и препоръки и нямат потенциал да предизвикат дори и най-ниската степен на въздействие върху хора, определена, като „нарушен комфорт“.

Заключения

Изхождайки от изводите на Mc Kenzie (*Andy Mc Kenzie, Infrasound, Low Frequency Noise and Vibration from Wind Turbine. Hayes Mc Kenzie Partnership Ltd., Salisbury & Machynlleth.*) и извършените изследвания в аналогичен вятърен парк на влиянието на вибрациите, възбудени от работата на вятърните турбини, върху земната повърхност, са направени следните заключения:

1. По литературни данни, при разстояние, равно или по-голямо от 100 m между най-близкото населено място и най-близката вятърна турбина от група турбини, включени в състава на вятърен парк, въздействието на турбините върху вибрациите на земната повърхност е по-малко от $0,0001 \text{ m/s}^2$, и не може да доведе до „нарушаване на комфорта“, нито до каквото и да е било друго въздействие върху жителите на населеното място.
2. Измерените стойности на вертикалните и хоризонталните вибрации на земната повърхност, възбудени от вятърните турбини на ВЯЕЦ „Калиакра Уиндпауър“, са по-ниски от $0,01 \text{ m/s}^2$ и са значително под нормите за „нарушен комфорт“ по *ISO 2631-1*.
3. Измерените стойности са по-ниски и от нормите, определени по *Наредба № 9 от 2010 г. за максимално допустимите стойности на вибрациите в жилищни помещения*.
4. Тези резултати са напълно логични и очаквани, с оглед ниската скорост на въртене на роторите на турбините и масивните фундаменти на техните кули, притежаващи висока демпфираща способност.
5. Въз основа на горните изводи и на следните норми и препоръки:
 - a. *Наредба № 9 от 2010 г. за максимално допустимите стойности на вибрациите в жилищни помещения*
 - b. *ISO 2631-1:1997 Mechanical vibration and shock – Evaluation of human exposure to Whole-body Vibration – Part 1, General requirements*,
 - c. *Инфразвук, ултразвук, шум и вибрации, Медицина и физкултура, С., 1995,*

следва да се заключи, че за оценката на въздействието вибрациите, възбудени от вятърните турбини на ВЯЕЦ „Крушари“, не са необходими по-нататъшни разчети, тъй като при честотата, с която се въртят роторите и при размерите и масата на фундаменти на техните колони, отсъства физическа възможност за възникване на вибрации с виброускорения до и над нормите в Наредба 9, и до и над границата на въздействие с най-ниската регламентирана степен „нарушен комфорт“ по *ISO 2631-1:1997*, както върху работниците в парка, така и върху жителите на най-близките селища.

Оценка на значимостта на въздействието на вибрациите, генерирани от турбините

Съществуват множество ръководства, инструкции, прототипни методи и публикации за оценка на значимостта на въздействието (*Ръководство относно прилагането на член 7 от директивата за ОВОС, Jaspers, 2013, Environmental Resources Management CCGT Power Plant, SALDANHA, <https://safetyculture.com/topics/risk-assessment/5x5-risk-matrix>, Environmental Impact Assessment Methodology, Management and Maintenance of the Scottish Trunk Road Network, Transport Scotland, © Amey plc April 2013, Environmental Impact Assessment of Projects, European Commission, 2017 и др.*), като всички ползват сходни методи и собствени критерии за количествена и полуколичествена оценка, и съответно дават сходни, макар и различни в детайлите резултати. В случая се използва експрес-метод, който комбинира факторите за оценка, с оглед приложимостта им за въздействието на вибрации, генерирани от вятърни паркове и позволява да се извърши полуколичествена оценка на значимостта на вибрационното въздействие на ВЯЕЦ „Крушари“ и да се представи същото в следната матрица:

ВЕРОЯТНОСТНО ОПИСАНИЕ НА ДЕСКРИПТОРА		МАГНИТУД НА ВЪЗДЕЙСТВИЕТО / ПОСЛЕДСТВИЯТА				
		ПРЕНЕБРЕЖИМО [1]	СЛАБО [2]	УМЕРЕНО [3]	СИЛНО [4]	УВРЕЖДА СРЕДАТА [5]
		Без въздействие, виброускорение под 0,010 m/sec ² , честота 1-2 Hz	Нарушен комфорт, виброускорение до 0,032 m/sec ² , честота 1-2 Hz	Намалена работоспособност, виброускорение до 0,100 m/sec ² , честота 1-2 Hz	Увреждане на здравето, виброускорение до 0,200 m/sec ² , честота 1-2 Hz	Летален риск, виброускорение над 0,250 m/sec ² , честота 1-2 Hz
РЯДКО / ОТДАЛЕЧЕНО [1]	Може да възникне само при изключителни обстоятелства	1 МНОГО НИСЪК	2 МНОГО НИСЪК	3 НИСЪК	4 НИСЪК	5 УМЕРЕН
МАЛКО ВЕРОЯТНО [2]	Възможно е някога да възникне	2 МНОГО НИСЪК	4 НИСЪК	6 УМЕРЕН	8 УМЕРЕН	10 УМЕРЕН
ВЕРОЯТНО / ПОНЯКОГА [3]	Може да възниква от време на време	3 НИСЪК	6 УМЕРЕН	9 УМЕРЕН	12 УМЕРЕН	15 ВИСОК
МНОГО ВЕРОЯТНО [4]	Вероятно ще възниква в доста случаи	4 НИСЪК	8 УМЕРЕН	12 УМЕРЕН	16 ВИСОК	20 МНОГО ВИСОК
ПОЧТИ СИГУРНО [5]	Очаква се да възниква винаги	5 УМЕРЕН	10 УМЕРЕН	15 ВИСОК	20 МНОГО ВИСОК	25 МНОГО ВИСОК
		ДЕСКРИПТОР	ВЕРОЯТНОСТ	ВЪЗДЕЙСТВИЕ	КОЛИЧЕСТВЕН БАЛ	ЗНАЧИМОСТ НА ВЪЗДЕЙСТВИЕ
		Вибрации от ВЯЕЦ	МАЛКО ВЕРОЯТНО [2]	НЕУЛОВИМО [1]	2	МНОГО НИСКА

ЦВЕТОВЕ ЗА ИНДИКИРАНЕ СТЕПЕНТА НА РИСКА					
0 НУЛЕВ РИСК	1-2 МНОГО НИСЪК РИСК	3-4 НИСЪК РИСК	5-12 УМЕРЕН РИСК	15-16 ВИСОК РИСК	20-25 МНОГО ВИСОК РИСК

Източник: <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC8275831/>

Фиг. 27. Матрична количествена за оценка на значимостта на хоризонталните вибрации, генерирани от ВЯЕЦ „Крушари“, върху близко разположените населени места

Тъй, като няма условия вятърните турбини да генерират вертикални вибрации, е оценено въздействието на хоризонталните вибрации. Магнитудът на въздействието е разделен на 5 степени по графиката на *ISO 2631-1:1997 Mechanical vibration and shock – Evaluation of human exposure to Whole-body Vibration – Part 1, General requirements*:

- Наличие на вибрации, но без физиологично въздействие, с виброускорение под $0,010 \text{ m/sec}^2$, честота 1-2 Hz
- Нарушен комфорт – виброускорение до $0,032 \text{ m/sec}^2$, честота 1-2 Hz;
- Намалена работоспособност – виброускорение до $0,100 \text{ m/sec}^2$, честота 1-2 Hz;
- Увреждане на здравето – виброускорение до $0,200 \text{ m/sec}^2$, честота 1-2 Hz;
- Летален риск – виброускорение над $0,250 \text{ m/sec}^2$, честота 1-2 Hz.

От извършената полуколичествена оценка на значимостта на вибрациите, възбудени от турбините на ВЯЕЦ „Крушари“ е видно, че същите пораждаят **МНОГО НИСКА** степен на риск с **оценка 2 бала от 25 възможни** за населението в близко разположените до парка селища.

До тази оценка се стига, като се определи вероятността за възникване на вибрации, възбудени от вятърни турбини. Тъй, като не може да се изключи генериране на вибрации и от някоя от строителните машини е прието, че в периода на строителството, **„ВЕРОЯТНОСТНОТО ОПИСАНИЕ НА ДЕСКРИПТОРА“ вибрационно въздействие** може да възникне **„РЯДКО“** само през дневната част на денонощието, докато се изграждат близко разположените да населените места вятърни електрогенератори и елементите на инженерната инфраструктура.

Тъй, като някакви, макар и минимални вибрации са били измерени на територията на подобен вятърен парк, вероятностното описание на дескриптора **вибрации** за периода на експлоатация е **„МАЛКО ВЕРОЯТНО“**, с количествена оценка 2 бала по използвания метод. Общо за периода на строителство и за периода на експлоатация е запазено описанието **„МАЛКО ВЕРОЯТНО“**.

Самият магнитуд на въздействие на вибрациите е **„ПРЕНЕБРЕЖИМО“** с оценка 1 бал, тъй като виброускорение под $0,010 \text{ m/sec}^2$ създава нулев здравен риск за жителите на населените места в района, поради ниските (по-скоро, нулеви) нива на вибрационно ускорение, които вероятно могат да бъдат усетени от човек, но не могат да окажат никакво въздействие. По този начин, общо, за оценката на значимостта на въздействието на вибрациите получаваме 2 бала, като произведение от двете определени величини.

По използваната от метода полу-количествена скала за оценка от 1 до 25 бала, получените 2 бала определят значимостта на въздействието на вибрациите, възбудени от ВЯЕЦ „Крушари“ и съответно, риска, като „МНОГО НИСК“.

Необходимост от мерки за намаляване въздействието на вибрациите, генерирани от вятърните турбини

Не се налага да се вземат мерки за евентуална защита от вибрации генерирани от вятърните турбини, тъй като значимостта на въздействието и съответно, рискът за здравето на местните жители, е оценен, като „МНОГО НИСЪК“.

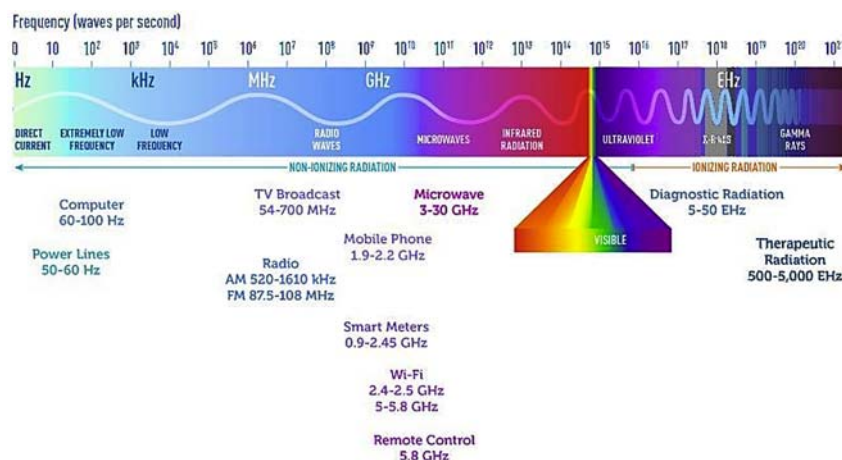
II. Прогнозиране на нивата на електромагнитни полета за територията на самите ветрогенератори и оценка на риска от възможни неблагоприятни въздействия върху здравето на постоянно или временно пребиваващите (работещите) на територията на ИП

1. Физическа природа на електрическите, магнитните и електромагнитните полета

Електрическото поле е форма на енергия, възникваща около електрически заредените частици, упражняваща силово въздействие върху всички други заредени частици в обсега на полето, като ги привлича или отблъсква. Магнитното поле е силово поле, възникващо вследствие движението на електрически заряди през проводник. Електромагнитните полета (ЕМП) са невидими за зрението области на взаимодействие между електрическа и магнитна енергия/полета. (*Offshore Wind Facts, April, 2024*).

ЕМП се класифицират и измерват в честотни диапазони. Честотата е броят пъти в секунда, когато дадено поле завършва пълен цикъл на колебание (трептене/осцилация) и се изразява в единици цикли в секунда или херцове (Hz). В зависимост от честотата си, ЕМП обикновено се групират в една от двете категории: **нейониращи** и **йониращи** полета (Фигура 1) по (*National Institute of Environmental Sciences (NIEHS), 2022*):

1. **Нейониращите ЕМП** се характеризират с ниско ниво на въздействие/радиация, което обикновено се счита безвредно за хората. Те обхващат нискочестотните вълни, честотите за радиопредаване, микровълните и видимата светлина. Примери за източници на нейониращи ЕМП са електропроводните линии, микровълновите фурни, компютрите, битовите измервателни уреди, безжичните (wi-fi) мрежи, мобилните телефони, Bluetooth устройствата, скенерите за ядрено-магнитни изображения/диагностика.
- **Йониращите ЕМП** включват високочестотната радиация, която има потенциала да причини клетъчно и ДНК увреждане и обхващат ултравиолетовите (UV) лъчи (напр. в слънчевия спектър), рентгеновите лъчи и гама лъчите.



Фиг. 1. Устройства, работещи в различни честотни диапазони на електромагнитния спектър (*National Cancer Institute, n.d.*)

В Наредба № РД-07-5, в Препоръка на Съвета на ЕК 1999/519 и в други нормативни документи най-често се използват следните параметри за описание на електрически, магнитни и електромагнитни полета, и на експозицията в условията на такива полета:

Таблица 1

Параметри на електрическите и магнитните полета, и на експозицията в тях

Параметър	Обозначение	Дименсия	Описание
Интензитет на електрическото поле	E	V/m	Векторна величина, отговаряща на силата, упражнявана върху една заредена частица, независимо от нейното движение в пространството
Електрически ток в крайниците	I_L	A	Ток, който протича в крайниците на лице, изложено на електромагнитно поле в честотния обхват от 10 до 110 MHz, в резултат на контакт с предмет, намиращ се в електромагнитното поле или на потока от капацитивните токове, индуцирани в тялото, изложено на електромагнитни полета
Контактен електрически ток	I_c	A	Ток, който протича при допира на човек до предмет в електромагнитно поле, измерва се в ампери
Плътност на електрическия ток	J	A/m ²	Ток, протичащ през единица напречна площ, перпендикулярна на посоката му, в обемен проводник, като човешкото тяло
Електрически заряд	Q	C	Подходяща величина, използвана за искров разряд, измерва се в кулони
Плътност на мощността	S	W/m ²	Подходяща величина за много високи честоти, когато дълбочината на проникване в тялото е малка. Тя представлява мощността на падащото лъчение, перпендикулярно на дадена повърхност, разделена на площта на тази повърхност
Специфична погълната енергия (Specific energy absorption)	СПЕ (SA)	J/kg	Енергията, погълната от единица маса биологични тъкани. Използва се за установяването на ограничения за въздействието на импулсните микровълнови лъчения
Специфична погълната мощност (Specific energy absorption rate)	СПМ (SAR)	W/kg	Усреднена за цялото тяло или за някоя част на тялото – частта от енергията за единица време, която се поглъща от единица маса от тъканта на тялото и се измерва във ват на килограм
Плътност на магнитния поток (магнитна индукция)*	B	$\frac{T}{G}, \frac{V}{Wb/m^2}$	Векторна величина, определена като сила, упражнена върху движещите се заряди. Измерва се в няколко единици: тесла, гаус, гама, вебер/м ²
Интензитет на магнитното поле*	H	A/m	Векторна величина, която наред с магнитната индукция определя магнитното поле във всяка точка на пространството
* Забележка:	В свободното пространство и в биологични материи магнитната индукция B и интензитетът на магнитното поле H могат да бъдат използвани по един и същи начин, като се използва зависимостта, която определя, че интензитетът на магнитното поле $H = 1 \text{ A/m}$ е равностоеен на магнитната индукция $B = 4\pi 10^{-7} T$ (приблизително 1,25 микротесла)		

От посочените величини, пряко могат да се измерват магнитната индукция (B), контактният ток (I_c), електрическият ток в крайниците (I_L), интензитетът на електрическото поле (E), интензитетът на магнитното поле (H) и плътността на мощността (S).

2. Гранични стойности на електромагнитните полета

Наредба № 9 за пределно допустими нива на електромагнитни полета в населени територии и определяне на X33 зони около излъчващи обекти определя норми и изискванията за защита на населението от вредното въздействие на електромагнитни полета в честотния обхват от 30 kHz до 30 GHz, т.е. само за диапазона, в който работят радио- и телевизионните предаватели и клетките на мобилните оператори. Пределно допустимите нива на напрегнатостта и на плътността на енергийния поток на ЕМП в населена територия, които установява Наредба 9 за високочестотните диапазони, са представени в Таблица 2.

Таблица 2

Пределно допустими нива на напрегнатостта и на плътността на енергийния поток на ЕМП в населена територия, съгласно Наредба 9

№	Честотен диапазон, в който работи излъчвателят	Пределно допустимо ниво
1	от 30 до 300 kHz	25 V/m
2	от 0,3 до 3 MHz	15 V/m
3	от 3 до 30 MHz	10 V/m
4	от 30 до 300 MHz	3 V/m
5	от 0,3 до 30 GHz	10 μ W/cm ²

Забележка. Когато работната честота е равна на тази от горната граница на даден диапазон, приема се пределно допустимото ниво на следващия обхват.

За нискочестотните ЕМП, в които работят промишлените съоръжения и електропроводи (в т.ч. и на вятърната енергетика), норми за пределно допустими нива на напрегнатост на електромагнитното поле не са установени.

Другата наредба, която определя норми за ЕМП у нас, е Наредба № РД-07-5 за минималните изисквания за осигуряване на здравето и безопасността на работещите при рискове, свързани с експозиция на електромагнитни полета. Тя определя гранични стойности на експозиция (ГСЕ) за работещите в условия с наличие на електромагнитни полета. Нормите по тази наредба не касаят населените места.

Граничните стойности на експозиция за честоти (ГСЕ) от 1 Hz до 10 MHz (Таблица 3) са ограничения за електрически полета, индуцирани в тялото от експозиция на променливи във времето електрически и магнитни полета

Таблица 3

Гранични стойности на експозиция по отношение на последиците за здравето за интензитет на вътрешно електрическо поле от 1 Hz до 10 MHz, съгл. Наредба № РД-07-5

Честотен диапазон	ГСЕ по отношение на последиците за здравето
$1 \text{ Hz} \leq f < 3 \text{ kHz}$	1,1 V/m (върхова стойност)
$3 \text{ kHz} \leq f \leq 10 \text{ MHz}$	$3,8 \times 10^{-4} f$ V/m (върхова стойност)

ГСЕ по отношение на последиците за здравето при вътрешни електрически полета са пространствените върхови стойности в цялото тяло на изложеното лице. ГСЕ са върхови стойности във времето, които са равни на средната квадратична стойност (СКС), умножена по $\sqrt{2}$ за синусоидални полета. При несинусоидални полета оценката на експозицията, извършена в съответствие с чл. 11 от Наредба 9, се основава на метода на претеглените върхови стойности (филтрирани във времето), обяснен в практическото ръководство, посочено в чл. 15, но може да се използват и други научнообосновани и доказани процедури за оценка на експозицията, при условие че те дават приблизително равностойни и сравними резултати.

Граничните стойности на експозиция по отношение на ефектите за чувствителност (Таблица 4) са свързани с въздействието на електрическото поле върху централната нервна система в главата, т.е. зрителни нарушения в ретината и незначителни преходни промени във функционирането на мозъка.

Таблица 4

Гранични стойности на експозиция по отношение на ефектите за чувствителност за интензитет на вътрешно електрическо поле от 1 Hz до 400 Hz, съгл. Наредба № РД-07-5

Честотен диапазон	ГСЕ по отношение на ефектите за чувствителност
$1 \text{ Hz} \leq f < 10 \text{ Hz}$	$0,7/f \text{ V/m}$ (върхова стойност)
$10 \text{ Hz} \leq f < 25 \text{ Hz}$	$0,07 \text{ V/m}$ (върхова стойност)
$25 \text{ Hz} \leq f \leq 400 \text{ Hz}$	$0,0028 f \text{ V/m}$ (върхова стойност)

ГСЕ по отношение на ефектите за чувствителност за вътрешни електрически полета са пространствените върхови стойности в главата на изложеното лице. ГСЕ са върхови стойности във времето, които са равни на средната квадратична стойност (СКС), умножена по $\sqrt{2}$ за синусоидални полета. При несинусоидалните полета оценката на експозицията, извършена в съответствие с чл. 11 от Наредба № РД-07-5, се основава на метода на претеглените върхови стойности (филтрирани във времето), обяснен в практическото ръководство, посочено в чл. 15, но може да се използват и други научнообосновани и доказани процедури за оценка на експозицията, при условие че те дават приблизително равностойни и сравними резултати.

Препоръка 1999/519 на Съвета на ЕК от 12.07.1999 г. определя следните базови ограничителни норми за физическите параметри на електрическите, магнитните и електромагнитните полета и за експозицията в тях, по честотни диапазони:

- В диапазона от 0 до 1 Hz са въведени базови ограничения за плътността на магнитния поток (магнитната индукция) на статични магнитни полета (0 Hz) и за плътността на електрическия ток на променливи във времето полета с честота до 1 Hz, с цел предотвратяване на въздействия върху сърдечно-съдовата и върху централната нервна система;

- В диапазона от 1 Hz до 10 MHz са въведени базови ограничения за плътността на електрическия ток, за да се предотвратят въздействия върху функциите на централната нервна система;
- В диапазона от 100 kHz до 10 GHz са въведени базови ограничения за специфичната погълната мощност (СПМ), с цел да се предотврати топлинен стрес общо върху тялото и прекомерно локално нагряване на тъканите. В диапазона от 100 kHz до 10 MHz са въведени ограничения, както за СПМ, така и за плътността на електрическия ток;
- В диапазона от 10 GHz до 300 GHz са въведени базови ограничения за плътността на мощността, с цел да се предотврати загаряване на тъканите на или в близост до повърхността на тялото.

Базовите ограничения, указани в Таблица 5, са определени така, че да отчитат неопределеността, свързана с индивидуалната чувствителност, условията в околната среда, както и с факта, че обществеността включва индивиди с различна възраст и здравен статус.

Таблица 5

Базови ограничения за електрически, магнитни и електромагнитни полета в диапазона от 0 Hz до 300 GHz, съгласно Препоръка 1999/519 на Съвета на ЕК

Честотен диапазон	Плътност на магнитния поток, В	Плътност на ел. ток, J (rms*)	Специфична погълната мощност, SAR (средно за цялото тяло)	Локализирана SAR (глава и торс)	Локализирана SAR (крайници)	Плътност на мощността, S
	mT	mA/m ²	W/kg	W/kg	W/kg	W/m ²
0 Hz	40	—	—	—	—	—
>0 – 1 Hz	—	8	—	—	—	—
1 – 4 Hz	—	8/f	—	—	—	—
4 – 1000 Hz	—	2	—	—	—	—
1000 Hz – 100 kHz	—	f/500	—	—	—	—
100 kHz – 10 MHz	—	f/500	0,08	2	4	—
10 MHz – 10 GHz	—	—	0,08	2	4	—
10 – 300 GHz	—	—	—	—	—	10

* Средноквадратична стойност

В Препоръка 1999/519 на Съвета на ЕК се правят няколко пояснения и уговорки, относно базовите ограничителни стойности, посочени в Таблица 5:

Базовото ограничение на плътността на тока J има за цел да предпази от остри въздействия изложените на експозиция тъкани на централната нервна система в главата и торса на тялото и представлява „фактор на безопасност“. Базовите ограничения за ЕМП се основават на известни неблагоприятни въздействия върху централната нервна система. Такива остри въздействия са по същество мигновени и няма научна обосновка за промяна на базовите ограничения за краткотрайни експозиции. Въпреки това, тъй

като базовото ограничение се отнася до неблагоприятни въздействия върху централната нервна система, това базово ограничение може да позволи по-висока плътност на тока в телесните тъкани, различни от централната нервна система, при същите условия на експозиция.

Поради електрическата нехомогенност на тялото, плътността на тока трябва да бъде осреднена върху напречно сечение от 1 cm^2 , перпендикулярно на посоката на тока.

За честоти до 100 kHz стойностите на пиковата плътност на тока могат да бъдат получени чрез умножаване на средноквадратичната стойност по $\sqrt{2}$ ($\approx 1,414$). За импулси с продължителност t_p еквивалентната честота, която се прилага в основните ограничения, следва да се изчисли като $f = 1/(2t_p)$.

За честоти до 100 kHz и за импулсни магнитни полета максималната плътност на тока, свързана с импулсите, може да се изчисли от времената на нарастване/спад и максималната скорост на промяна на плътността на магнитния поток. След това плътността на индуцирания ток може да бъде сравнена със съответното основно ограничение.

Всички стойности на специфичната погълната мощност (SAR) трябва да бъдат осреднени за всеки шестминутен период.

Локализираната осредняваща маса на специфичната погълната мощност (SAR) са всеки 10 g съседна тъкан, като по този начин, получената максимална SAR следва да бъде стойността, използвана за оценка на експозицията. Тези 10 g тъкан са предназначени да бъдат маса от съседна тъкан с почти хомогенни електрически свойства. При определяне по този начин на съседна маса от тъкан е очевидно, че тази концепция е пригодна за изчислителната дозиметрия, но трудно може да се приложи за директни физически измервания. Може да се използва проста геометрия, като например кубична тъканна маса, при условие че изчислените дозиметрични величини имат консервативни стойности спрямо насоките за експозиция.

За импулси с продължителност t_p еквивалентната честота, която се прилага в основните ограничения, следва да се изчисли като $f = 1/(2t_p)$. Освен това, за импулсни експозиции в честотния диапазон от 0,3 до 10 GHz и за локализирана експозиция на главата, за да се ограничат и избегнат слуховите ефекти, причинени от термоеластично разширение, се препоръчва допълнително основно ограничение, а именно: специфичната погълната енергия (SA) не трябва да надвишава 2 mJ/kg средно за 10 g тъкан.

В заключение, следва да се обобщи, че големият брой параметри, използвани, както за характеризиране на самите полета, така и за експозицията в различни ситуации, показва че съществува твърде голяма нееднозначност при определянето на самите полета и на здравния риск, свързан с излагането на тяхното въздействие. Допълнителни усложнения внасят и препоръките на различни организации, които не са официално приети норми.

3. Нива на електромагнитни полета на територията на вятърните паркове

На всички вятърни паркове, въведени в експлоатация у нас, се извършват измервания на ЕМП. Резултатите показват, че напрегнатостта на електромагнитното поле което създават, както вятърните турбини, така и електропреносните съоръжения, измерено на кота фундамент, представляват стойности, които често са в границите на погрешност на измервателните уреди, т.е. те са толкова ниски, че не могат да се измерят надеждни, реални стойности. Сходни стойности показват и разчетните прогнози. Очевидно е, че въздействието на този фактор (ЕМП) върху околната среда и здравето при вятърните паркове е неуволимо малко и липсва необходимост от неговата систематична оценка. Дори и по отменената Наредба №7 за хигиенните изисквания за здравна защита на селищната среда (най-строгийт документ, съществувал у нас до момента), хигиенно-защитната зона за електропроводи и трансформатори с напрежение 110 kV е само 10 м, т.е. потенциалното въздействие на един проводник с височина 30 м, може да бъде уловено най-много на около 20 м над кота терен, но не и на приземно ниво.

Електрическите и магнитни полета с промишлена честота (50 Hz), генерирани от трансформатори и разпределителни устройства (основни съоръжения в подстанциите) са практически единствените физични полета, които теоретично биха могли да имат някакво въздействие върху работещите и върху населението в района на експлоатация на новите ВЛ 110 kV и на Повишаващата подстанция 33(35)/110 kV на ВЯЕЦ „Крушари“. За да дадем представа за въздействието на електромагнитните полета, можем да направим сравнение с измервания, извършени за подобни съоръжения у нас. Като пример, могат да се посочат данните за ЕМП на площадката на АЕЦ „Козлодуй“, измерени от екип на НЦОЗА през 2013 г., във връзка с изготвянето на ОВОС на нови съоръжения на площадката на централата. Основни източници на електрически и магнитни полета с честота 50 Hz (СНЧ) са откритите разпределителни уредби (ОРУ), трансформаторите, шинните системи, прекъсвачите и електропроводите. Източници на СНЧ полета (основно магнитни) могат да бъдат и турбинни генератори, токоизправители, системи за електрозахранване с ниско напрежение. В Таблица 5 са представени измерените от Националния център по общественото здраве и анализи (НЦОЗА) през 1999 и 2001 г. интензитети на електрическото поле и магнитната индукция в работната среда на ОРУ при честота 50 Hz (промишлена честота):

Таблица 6

Интензитети на електрическото поле и магнитната индукция, измерени през 1999 и 2001 г. в работната среда на ОРУ при промишлена честота 50 Hz

Открити разпределителни уредби	При шини А, В, С			При трансформатори		
	E _{ave}	E _{max}	B _{max}	E _{ave}	E _{max}	B _{max}
	kV/m		μT	kV/m		μT
ОРУ 110 kV	4,96	9,26	3,67	5,97	8,92	14,3
ОРУ 220 kV	14,2	34,9	40,7	6,45	11,23	3,67
ОРУ 440 kV	17,8	29,3	18,5	15,36	30,6	няма данни

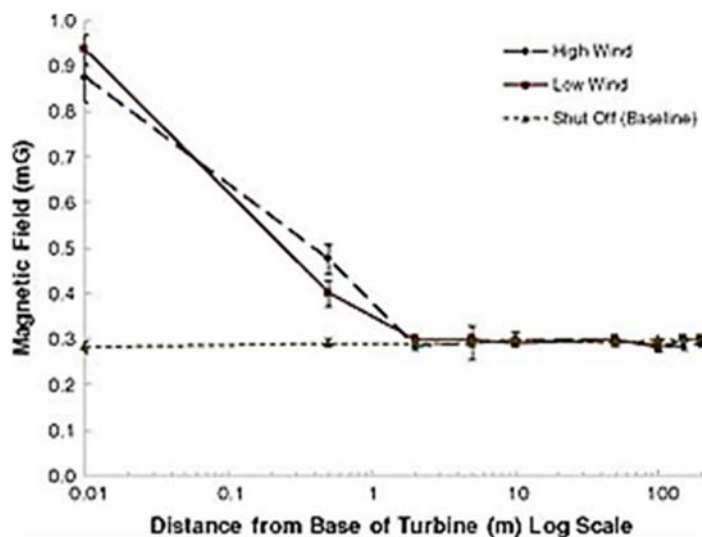
Видно от представените данни, надвишаване на максимално допустимите стойности за електрическото поле с промишлена честота могат да се очакват само в работната среда и то в единични точки в ОРУ с напрежение 220 kV и 400 kV. Стойностите на магнитната индукция са многократно под допустимите и не могат да създадат никакъв риск за здравето на персонала. ОРУ са съоръжения с ограничен достъп, които са оградени и заключени, а това прави невъзможно въздействието на ЕМП с промишлена честота върху населението, независимо къде в ППС е ОРУ и какво е работното му напрежение.

Други източници на ЕМП с промишлена честота са закритите разпределителни устройства, трансформатори, електропроводи с високо (над 100 kV), средно (до 35 kV) и ниско (220 V) напрежение. Измерванията в работна среда на подобни системи у нас показват, че електрическото поле не надвишава стойности $E = 100 \text{ V/m}$, а магнитната индукция не надвишава $B = 0,01 \text{ mT}$. До момента няма данни за вредно кумулативно въздействие на тези полета върху здравето, но въпреки това, принципът на предпазливостта изисква да се провежда здравен мониторинг, тъй като персоналят в ОРУ и ЗРУ се експонира на електрически и магнитни полета с различни стойности непрекъснато, в течение на пълни работни смени, в продължение на години.

Изследвания по отношение на ЕМП от вятърните турбини са твърде малобройни. В публикацията *McCallum et al. Measuring electromagnetic fields (EMF) around wind turbines in Canada – is there a human health concern. Environmental Health 2014, 13:9* авторите съобщават, че им е известно само за едно проучване, в което се съобщава за реално измерена стойност на ЕМП в близост до вятърни турбини и това е българска публикация *Israel et al. (2011)*. В тази публикация са публикувани стойности на измерени нива на ЕМП на разстояние 2 до 3 m от турбините на вятърен енергиен парк в България, състоящ се от 55 вятърни електрогенератора Vestas V90 с мощност 3 MW, както и стойности, измерени на границата на близките села. Авторите установяват, че ЕМП е или под границата на чувствителност на прибора, или е толкова малка, че се счита за "незначителна в сравнение със стойностите, установени при други измервания на ЕМП в жилищни райони и в домове". В проучването на *Israel et al. (2011)* измерените нива на ЕМП са между 0,133 и 0,225 mG. Тези стойности са доста под препоръчаните 2,000 mG в *Насоките на Международната комисия за защита от нейонизиращи лъчения (ICNIRP)*, за защита на общественото здраве. За да бъдат сравнени с граничните стойности в Таблицы 2 – 5, ги превръщаме в Тесла: $0,133 \text{ mG} = 0,0133 \text{ } \mu\text{T}$, и $0,225 \text{ mG} = 0,0225 \text{ } \mu\text{T}$. Видно от Таблица 5, това са нищожни нива, около 10 000 – 15 000 пъти по-ниски от граничната стойност.

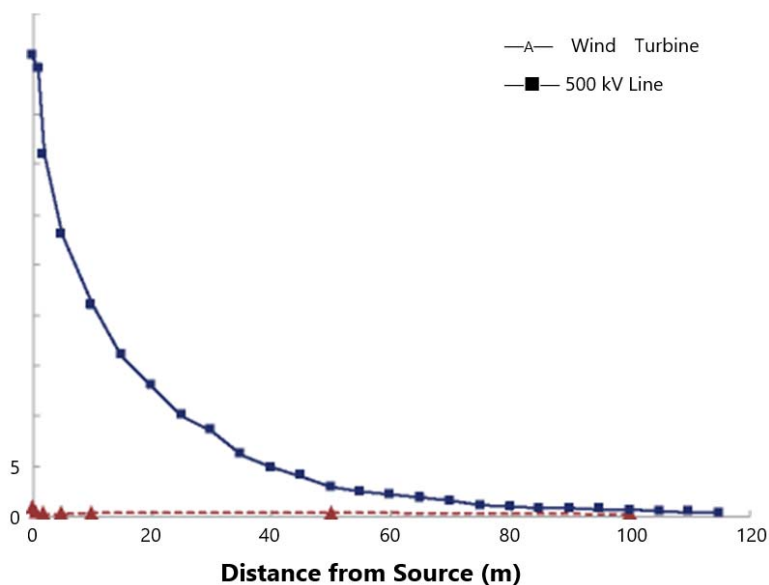
Проучването, описано в *McCallum et al.* е проведено, за да се оцени ЕМП (като плътност на магнитния поток) в близост до действащ вятърен парк в Онтарио и да се установи евентуална връзка между ЕМП, генерирани от вятърните турбини и човешкото здраве. Измерванията са направени на разстояния от 0 до 500 m от турбините при три работни режима (включени турбини, генериращи енергия при силен вятър, включени турбини, черпещи електроенергия без да генерират такава поради слаб вятър и изключени

турбини, без черпене на електроенергия от мрежата). Измерванията са направени и в близост до подземна и надземна електрическа инфраструктура (колекторни линии и подстанция), преносна линия 500 kV и до границите на жилищни сгради в близост до вятърния парк. Резултатите се сравняват с нивата на ЕМП, които обикновено се срещат другаде в Канада, и със съществуващите норми и ръководства.



Фиг. 2. Магнитни полета, измерени на различни разстояния (по логаритмична скала) от турбините, при три различни оперативни сценария

Представени са средните стойности на магнитното поле от 11 измервания ($n = 11$) в милигауси (mG). Лентите за грешка представляват стандартната грешка на средната стойност. Трите оперативни сценария са описани по-горе.



Фиг. 3. Сравнение между магнитните полета, измерени до турбините и полетата, измерени до въздушен електропровод 500 kV

Представени са средни стойности на магнитното поле за 11 измервания ($n = 11$) в милигауси (mG). За турбините е представен сценарий с достатъчно силен вятър, за да генерират електроенергия.

Магнитните полета също са измерени непосредствено и над подземните колекторни кабелни линии 27,5 kV, свързани с всяка от изследваните вятърни турбини. Показанията са отчетени на височина 1 m над земята и всички са в границите на измерените фонове нива на територията (0,2-0,3 mG). За въздушните електропроводни линии (27,5 kV), там, където колекторните кабели са надземни и преминават по различни пътища, за да се свържат с подстанцията, са извършени измервания на 8 места. Непосредствено под електропроводите, нивата на магнитното поле варират от 0,3-16,5 mG (средно = 4,1 mG) и намаляват до фона в рамките на 10-25 m от кабела.

Освен това са проведени измервания и на магнитното поле, непосредствено под въздушни електропроводни линии 500 kV, които минават през вятърния парк, но не са свързани с него. Измерванията са направени последователно, на различни разстояния, докато се достигнат фоновите нива. Непосредствено под линията магнитното поле е с напрегнатост приблизително 46 mG, на 20 m намалява до 13 mG и на около 115 m достига до фоновото ниво 0,3 mG. Сравнението на измерените магнитни полета под електропровода 500 kV с нивата, измерени до вятърните турбини показва, че ЕМП непосредствено под електропровода 500 kV са почти 50 пъти по-високи, отколкото непосредствено под турбините, работещи при сценарий "силен вятър" (вж. фигура 3).

Двете подстанции, разположени в зоната на изследване, също са включени в измерването, за да се оцени потенциалната експозиция в условията на магнитно поле. Тези измервания са предприети във връзка с някои твърдения на местни хора, че животът им в близост до подстанции за вятърни турбини може да се отрази неблагоприятно върху здравето им. Подстанциите са оградени с метални огради, поради което измерванията са проведени на линията на оградите, които са разстояние 1,5 - 8 m от съоръженията на подстанцията. Това е нормално, тъй като оградата не позволява на външни лица да се доближат до подстанцията и измерването на линията на оградата дава адекватна информация за потенциалната експозиция. Нивата на магнитното поле на подстанциите, измерени по този начин, са в диапазона 0,2-4,1 mG при оперативен сценарий за турбините "силен вятър", и в диапазона 0,3-1,9 mG при сценарий "изключване".

Резултати: Фоновите нива на ЕМП (0,2 до 0,3 mG), са установени чрез измерване на магнитните полета около вятърните турбини при сценарий "изключване". Нивата на магнитното поле, измерени в основата на турбините при условия "силен вятър" и "слаб вятър", са ниски (средна стойност = 0,9 mG; $n = 11$) и бързо намаляват с разстоянието, като стават неразличими от фона на разстояние 2 m от основата на колоната. Магнитните полета, измерени на 1 m над подземните кабелни линии, също са около фона ($\leq 0,3$ mG). Под въздушните електропроводни линии 27,5 kV и 500 kV са регистрирани нива на

магнитно поле съответно до 16,5 mG и 46 mG. Тези нива също намаляват бързо с увеличаване на разстоянието от електропровода. Нито един от тези източници не оказва влияние върху нивата на магнитното поле в близките домове, разположени на малко повече от 500 м от турбините, където непосредствено пред домовете са измерени нива на ЕМП $\leq 0,4$ mG.

Заключения: Резултатите, представени в *McCallum et al.* показват, че няма нищо обезпокоително за населението от близките селища, свързано с ЕМП, генерирани от работата на вятърните турбини. Експозицията на хора в условия на такива ЕМП не създава здравен риск, тъй като измерената интензивност е съизмерима с фоновото ниво на ЕМП. Нивата на магнитното поле в близост до вятърните турбини са по-ниски от тези, генерирани от много обикновени домакински електрически устройства и са доста под всички препоръчителни норми във всички съществуващи насоки по отношение на човешкото здраве.

В друг източник, *Offshore Wind Facts, April 2024* са цитирани препоръчителни стойности за нива на ЕМП за вятърни паркове, изградени в морето, където мощностите и напреженията са много по-високи, отколкото в наземните паркове, поради големите разстояния, на които се транспортира произведената електроенергия и поради факта, че в морето колекторните кабели не са заровени под земята, а са провиснали във водата, над морското дъно.

Според *International Commission on Non-Ionizing Radiation Protection (ICNIRP)*, *n.d.* наличните изследвания не показват вредно въздействие върху човешкото здраве, в резултат от дългосрочна експозиция на електромагнитни полета с ниска честота и ниска интензивност, генерирани от колекторните кабели, свързващи офшорни вятърни турбини.

Световната здравна организация (WHO) препоръчва на държавите да спазват ограниченията за експозиция на електрически и магнитни полета, разработени от две международни организации: *International Committee on Electromagnetic Safety (ICES)* и *International Commission on Non-Ionizing Radiation Protection (ICNIRP)*. Един преглед на граничните стойности на експозиция, препоръчани от *ICNIRP 2009; ICES 2019; ICNIRP 2010; ISO 2019; CENELEC 2016* и сравнението им с очакваните ЕМП, излъчвани от офшорни колекторни кабели, разположени на 10 метра над морското дъно (*Normandeau Associates et al. 2011*), както и с ЕМП, измерени на 10 фута (3,05 м) от подземен канал за кабели, в който кабелите влизат след излизането им на сушата, е представено в Таблица 7 и Таблица 8. Данните в двете таблици показват, че нивата на ЕМП, генерирани от морската и наземната кабелна инфраструктура, довеждаща произведената електроенергия до бреговите подстанции, са хиляди пъти по-ниски от границите, препоръчани от указаните международни организации. Следва да се отбележи, че препоръчаните гранични стойности за ЕМП в Таблица 8 се отнасят, не за външни устройства и съоръжения, а за устройства, имплантирани в човешкия организъм.

Таблица 7

Гранични стойности за експозиция на ЕМП за населението, препоръчани от международни организации, сравнени с действителните нива на ЕМП, генерирани от морските вятърни паркове

Международна организация, препоръчала нормите	Препоръчана гранична стойност за населението за експозиция на ЕМП	Вид ток, създаващ ЕМП	Сравнение с нивото на ЕМП, генерирани от подводни кабели, разположени на 10 м над морското дъно	Сравнение с нивото на ЕМП, измерено на 3 м от подземен канал за морски кабели на сушата
Международна комисия за защита от нейонизираща радиация (ICNIRP)	4,000,000 mG	Прав	870 000 пъти по-ниско от препоръчаната гранична стойност	57 000 пъти по-ниско от препоръчаната гранична стойност
Международен комитет по електромагнитна безопасност (ICES)	9,040 mG за променливи ЕМП 60 Hz	Променлив	11 300 пъти по-ниско от препоръчаната гранична стойност	452 пъти по-ниско от препоръчаната гранична стойност
Международна комисия за защита от нейонизираща радиация (ICNIRP)	2000 mG за променливи ЕМП 60 Hz	Променлив	2 500 пъти по-ниско от препоръчаната гранична стойност	100 пъти по-ниско от препоръчаната гранична стойност

Таблица 8

Гранични стойности за експозиция на пациенти на ЕМП, генерирани от имплантирани медицински устройства, сравнени с действителните нива на ЕМП, генерирани от морските вятърни паркове

Международна организация, препоръчала нормите	Препоръчана гранична стойност	Вид ток, създаващ ЕМП	Сравнение с нивото на ЕМП, генерирано от подводен кабел, разположен на 10 м над морското дъно	Сравнение с нивото на ЕМП, измерено на 3 м от подземен канал за морски кабели на сушата
Асоциация за развитие на медицински инструментарий (AAMI)	10,000 mG за потребители на имплантирани медицински устройства	Променлив	2,200 пъти по-ниско от препоръчаната гранична стойност	143 пъти по-ниско от препоръчаната гранична стойност
Европейски комитет за електротехническа стандартизация (CENELEC)	1,000 mG за потребители на имплантирани медицински устройства	Променлив	1,250 пъти по-ниско от препоръчаната гранична стойност	50 пъти по-ниско от препоръчаната гранична стойност

Препоръчаните гранични стойности са резултат от обширен анализ и оценка на редица изследвания по въпросите на здравната безопасност и са предназначени да защитят, както здравето и безопасността в работна среда, така общественото здраве. Докато излагането на променливотокови електромагнитни полета от наземни електропреносни и разпределителни линии е относително често срещано, морските подводни кабели предоставят крайно ограничени възможности, хора да се доближат в непосредствена близост до тях. Ограничена експозиция на ЕМП от подводни кабели е възможно за тези, на които се налага да гмуркат в непосредствена близост до офшорни конструкции за производство на енергия от вятъра и до кабелната им инфраструктура, но в противен случай хора няма да бъдат изложени на никакви електромагнитни полета, генерирани от подводните кабели, обслужващи офшорната вятърна енергетика.

4. Фон на електромагнитните полета на територията на ВЯЕЦ „Крушари“

Източници на нейонизиращи лъчения на територията на Общините Крушари и Генерал Тошево са радио и телевизионни предавателни антени, секторни антени с базови станции за мобилна комуникация, електро-разпределителни устройства в енергетиката, радары, локаторы за авиацията, SOS системи за флота, медицински облъчващи системи като ултратерми, медицински радары, импулсни магнити и др., осветителни системи и специфични лампи за технологии и процеси, лазерни системи и т.н. В района на ВЯЕЦ „Крушари“ излъчватели на ЕМП в околната среда са електропроводите с високо напрежение, преминаващи източно от обследвания терен. Те обаче са с изключително ограничено пространствено въздействие и не оказват реално влияние на средата нито имат потенциал за биологично въздействие.

С най-голям дял на регистрираните обекти на територията на Област Добрич са „Йетел“ ЕАД – 81, следвани от „А1“ ЕАД – 48, „Виваком“ ЕАД - 23, „Макс Телеком“ ООД - 10, „Булсатком“ ЕАД - 6, ДП Пристанищна инфраструктура – 4, и „Нуртс Диджитъл“ ЕАД - 1.

По данни от Годишен докладите за резултатите от мониторинга и контрола на ЕМП от 2020 г., на РЗИ-Добрич, показват че най-ниската измерена моментна стойност на плътност на мощност е $< 0,1 \mu\text{W}/\text{cm}^2$, а най-високата – $0,8 \mu\text{W}/\text{cm}^2$. Най-ниската средна стойност на плътността на мощност за 6 минутен интервал е $< 0,1 \mu\text{W}/\text{cm}^2$, а най-високата е $0,7 \mu\text{W}/\text{cm}^2$. Всички резултати са далеч под пределно допустимото ниво от $10 \mu\text{W}/\text{cm}^2$, регламентирано по *Наредба № 9 за пределно допустими нива на електромагнитни полета в населените места и определяне на хигиенно-защитни зони около излъчващи обекти*.

Съгласно Годишния доклад за 2021 г. на Регионална здравна инспекция – Добрич, през четвърто тримесечие е извършен мониторинг и оценка на факторите на жизнената среда, включващи нейонизиращи лъчения в жилищни, обществени сгради и урбанизирани територии. Планираният лабораторен контрол на източници на електромагнитни полета е осъществен съвместно със служители на РЗИ-Варна. Мониторингът е обхванал общо 30 базови станции за мобилна комуникация за установяване съответствието със здравните изисквания, съгласно *Наредба 9*. Анализът и оценката на получените резултати от проведеното измерване на нивата на електромагнитни полета – плътност на мощност $S [\mu\text{W}/\text{cm}^2]$, както в защитаваните обекти, така и в прилежащата зона на територии с голяма концентрация на население и жилищни сгради в област Добрич са показали, че определените стойности в пунктовете на измерване не надвишават пределно-допустимото ниво за населени територии, съгласно *Наредба 9*.

През 2021 г. в инспекцията е постъпил един сигнал от жители на с. Крушари за неблагоприятни въздействия от базова станция № VN 4568/KRUSHARI_PO PPTBC "Крушари", находяща се в с. Крушари, ул. 9-ти септември, в близост до жилищни и

обществени сгради, експлоатирана от „БТК“ ЕАД. В тази връзка, на 28.04.2021 г. е извършен насочен здравен контрол от служители на РЗИ-Добрич и РЗИ-Варна, придружен с лабораторен контрол - измерване на напрегнатостта на електромагнитното поле в контролни пунктове около базовата станция. Получените резултати от проведеното измерване на нивата на електромагнитни полета – плътност на мощност S [$\mu\text{W}/\text{cm}^2$] показват, че определените стойности в пунктовете на измерване са далеч под пределно-допустимото ниво ($10 \mu\text{W}/\text{cm}^2$) за населени територии, съгласно Протокол №Ф-5/29.04.2021 г. за контрол на електромагнитни полета на дирекция ЛИ при РЗИ-Варна. Очевидно, експлоатацията на обхванатите от мониторинга базови станции не създава здравен риск за населението, живущо и пребиваващо в съответните райони и защитавани обекти.

Състоянието на радиационната среда в Общините Крушари и Генерал Тошево, и точно, фоновата напрегнатост на електромагнитното поле има значение за определяне на чувствителността на рецептора – нивото на нейонизиращите лъчения и засегнатото население, тъй като от чувствителността на рецептора зависи и магнитудът на въздействието. Чувствителността в случая е ниска, тъй като средата въобще не натоварена с нейонизиращи лъчения.

5. Потенциални здравни въздействия на електромагнитните полета

Съвременната жизнена среда е запълнена с уреди и устройства, генериращи ЕМП, част от които са в общественото пространство, а част – в жилищните и обществените сгради. Цената за ползването на тези устройства е определен, доброволно приет здравен риск. Според СЗО, електромагнитните вълни имат „потенциален канцерогенен ефект“, но на практика липсва достатъчен брой епидемиологични изследвания на въздействието на различните видове полета, за да се потвърди напълно вредата от тях, в т.ч. и канцерогенното им въздействие върху живите организми и хората.

Постоянната експозиция на нискочестотни електромагнитни полета влияе на естественото електромагнитно поле на тялото и на физиологичните електрически импулси, посредством които организъмът предава сигнали между отделните клетки и органи. Логично е, въздействието на електромагнитни полета от външни източници да има потенциала, да промени естествените електроимпулси на тялото и чрез тях, да промени функционирането на някои органи и/или структурите на някои клетки.

Съществуват хипотези (все още ненапълно недоказани), че електромагнитните полета в различни честотни диапазони са фактор за възникване на злокачествени заболявания, чийто ръст през последните десетилетия е факт. В редица медицински изследвания (сред които има и такива, с много голям обхват – над 5000 души от 13 различни страни) е наблюдавано влиянието на мобилните телефони върху дългосрочното здраве. Резултатите показват, че хората, прекарващи повече време в телефонни разговори с мобилни телефони са с увеличен риск от развитие на глиома (вид тумор на мозъка). При

това глиомите се появяват по-често от страната, където участниците обикновено държат телефона си. Други изследвания установяват връзка между електромагнитните полета и процента пациенти, заболели от левкемия. Производителите на съоръжения и устройства, които генерират и/или използват електромагнитни полета, са многобройни и в работата си стараят да се придържат към стандартите на СЗО и на собствените си браншови съюзи и асоциации, но въпреки това, здравният риск, както и симптомите, които се свързват с прекомерно излагане на електромагнитни полета са налице. Характерни симптоми от тази група са:

- Безсъние и/или нарушения на съня;
- Главоболие и/или мигрена;
- Депресия и тревожност;
- Хронична преумора;
- Нарушена концентрация;
- Раздразнителност;
- Виене на свят;
- Липса на апетит и загуба на тегло;
- Безпокойство;
- Гадене;
- Неприятни усещания по кожата (иглички, горещи вълни, студ);
- Промени в електроенцефалограмата, отразяващи промени в електрическата активност на мозъка

Общите препоръки за предпазване от наднормени нива и от наднормена експозиция на ЕМП се свеждат до следните три вида мерки:

- 1) Прекарване на известен процент от дните в месеца без употреба на технически средства, генериращи ЕМП и по възможност, сред природата. Това включва и съхранение на телефона, компютъра и таблета извън спалнята. Целта е да се даде възможност на организма да се разтовари и възстанови от въздействието на ЕМП (а и от стресовото въздействие на самите устройства, които ги генерират). Този вид мерки е трудно приложим за активни хора, използващи електронни устройства в ежедневната си професионална дейност и въобще не е приложим в случаите, когато експозицията на ЕМП не е въпрос на лично решение, каквото е ползването на различни устройства и електроуреди, а е наложено отвън и не е във възможностите на отделния индивид, да го предотврати. ЕМП, генерирани от външни технологични съоръжения, разположени в обществени пространства, са точно този случай.
- 2) Употреба на т.н. „ЕМП-протектори“. Това са малки устройства или пластини, които могат да бъдат залепени на телефон или на компютър, да се носят в чанта или под дрехите. Тяхната функция е да неутрализират вредното въздействие на външните електромагнитни полета. Най-простите протектори имат свойството да

поглъщат определени части от честотния спектър на ЕМП и по този начин да ги неутрализират. По-сложните активни протектори работят по следния начин:

- протекторът регистрира импулсите, генерирани от използваното външно устройство;
- импулсите се предават към микропроцесора на протектора;
- протекторът генерира система от електромагнитни вълни, която взаимодейства с ЕМП на външното устройство, преобразува го и го гаси по начин, безопасен за естественото електромагнитно поле на тялото.

3) Третата мярка е т.нар. „биорезонансна терапия“. Тя има за задача да върне тялото към добро здраве, при вече налични симптоми на електромагнитно увреждане. При нея, чрез специален уред се установява кои телесни органи и тъкани не трептят на оптималната си честота, след което същият уред изпраща биорезонансни вълни към съответните зони и регулира честотата им. По този начин се регулира и възстановява здравословното състояние на организма.

Всички биологични видове се състоят от органична жива материя, която има свое собствено електромагнитно поле, на което дори слабо интензивни външни полета, с които видът влиза в контакт, могат да окажат влияние. Очевидно е, че продължителното излагане на електромагнитни полета е рисков фактор, който има потенциал да окаже негативно въздействие върху човешкия организъм и биологичното разнообразие в цялост.

Наред с цитираните в предходните раздели изследвания, чиято задача е била да се докаже връзка между определени честотни диапазони на електрическите, магнитните и електромагнитните полета, са провеждани и изследвания, чиято цел е била да докажат количествени връзки между интензивността и честотните диапазони на полетата, и въздействията, които те оказват върху човешкото здраве. Пределно допустимите нива и граничните стойности на експозиция, отразени в Таблицы 2, 3, 4, 5, 7 и 8, в повечето случаи са били определяни именно въз основа на такива изследвания. Тези изследвания са основно от сферата на медицинската практика, свързана с използването на различни средства за визуализация, диагностика и лечение на различни видове нарушения и заболявания с помощта на медицински уреди и апаратура, използващи електрически, магнитни и електромагнитни полета с различна честота и интензивност. Друга част от изследванията са свързани пряко с въздействията, които ЕМП указват върху живата тъкан, върху отделни органи и върху организма, като цяло.

Данни за електромагнитното въздействие на отделни вятърни електрогенератори, подстанции, кабелни системи и на цели вятърни паркове, са представени в раздел 3. Приведени са данни от следните източници:

1. Български данни за измерени нива на ЕМП в границите на изградени вятърни паркове и извън тях, на вятърни турбини, повишаващи подстанции, открити и

закрити разпределителни устройства (ОРУ и ЗРУ), подземни колекторни кабели и въздушни електропроводи, обслужващи вятърни паркове.

В публикацията *Israel et al. (2011)* са цитирани измерени нива на ЕМП в основата на вятърни турбини в български вятърен парк между **0,133 и 0,225 mG**. Тези нива са около **10 000 – 15 000 пъти по-ниски** от препоръчаните 2 000 mG в *Насоките на Международната комисия за защита от нейонизиращи лъчения (ICNIRP)*, за защита на общественото здраве.

Единственото място, където са измерени високи стойности на ЕМП, са точки в ОРУ в ППС на АЕЦ „Козлодуй“, но те нямат връзка с жизнената среда. ППС са съоръжения със забранен достъп и са оградени. Стойностите, измерени от външната страна на оградите им, са по-ниски от нормите в *Наредба 9, Наредба № РД-07-5 и Препоръка 1999/519 на Съвета на ЕК*.

2. **Данни от от публикацията *McCallum et al. Measuring electromagnetic fields (EMF) around wind turbines in Canada. Environmental Health 2014, 13:9*** за измерени ЕМП на вятърни турбини и други елементи на вятърни паркове. Резултатите показват, че измерената интензивност на ЕМП от турбините е съизмерима с фоновото ниво на ЕМП (**0,2 - 0,3 mG**). Нивата на магнитното поле в близост до вятърните турбини са по-ниски от тези, генерирани от домакинските електрически устройства и са много под всички известни препоръчителни норми относно човешкото здраве.
3. **Данни от *Offshore Wind Facts, April 2024***, сравняващи препоръчителни и измерени стойности за нива на ЕМП в офшорни вятърни паркове (в последните мощностите и ЕМП са значително по-високи, отколкото в наземните паркове). Представени са ЕМП, излъчвани от офшорни колекторни кабели, разположени на 10 метра над морското дъно и ЕМП, измерени на 3 м от подземен канал за кабели, в който кабелите са положени на сушата.

Нивото на ЕМП, генерирано от подводни кабели, разположени на 10 м над морското дъно, е **870 000 пъти по-ниско** от граничната стойност за ЕМП от прав ток, препоръчана от *Международната комисия за защита от нейонизираща радиация (ICNIRP)*, **11 300 пъти по-ниско** от стойността за ЕМП от променлив ток, препоръчана от *Международния комитет по електромагнитна безопасност (ICES)* и **2 500 пъти по-ниско** от граничната стойност за ЕМП от променлив ток, препоръчана от *Международната комисия за защита от нейонизираща радиация (ICNIRP)*.

За сравнение на измерените нива на ЕМП с препоръчаните / нормативно определените, са използвани следните нормативни документи и препоръки на следните международни организации:

1. *Наредба №7 за хигиенните изисквания за здравна защита на селищната среда (отменена)*
2. *Наредба № 9 за пределно допустими нива на електромагнитни полета в населени територии и определяне на ХЗЗ зони около излъчващи обекти*
3. *Наредба № РД-07-5 за минималните изисквания за осигуряване на здравето и безопасността на работещите при рискове, свързани с експозиция на електромагнитни полета*
4. *Препоръка 1999/519 на Съвета на ЕК от 12.07.1999 г.*
5. *International Committee on Electromagnetic Safety (ICES)*
6. *International Commission on Non-Ionizing Radiation Protection (ICNIRP)*
7. *World Health Organisation*
8. *Association for the Advancement of Medical Instrumentation (AAMI)*
9. *European Committee for Electrotechnical Standardization (CENELEC)*

От данните от измерванията на ЕМП, свързани с работата на вятърни паркове, извършени в различни части на света, както и от задължителните и препоръчителни норми за нива и за гранични стойности на експозиция на ЕМП се налага изводът, че нивата на напрегнатост на ЕМП, измерени на кота терен в основата на колоните на вятърните турбини са пренебрежимо малки (хилядни части от допустимите нива) и че тяхното измерване представлява технически проблем от гледна точка на чувствителността и на диапазона на погрешност на измервателните прибори, с които се извършват замерите. Иначе казано, електрическите, магнитните и електромагнитните полета, измерени на приземно ниво, възможно най-близо до колоната на турбината **имат нулеви нива на интензивност** и стойностите, които измерват приборите са всъщност, стойностите на фона.

Единствените съоръжения в състава на вятърните паркове, в близост до които е възможно да бъдат измерени близки или надвишаващи пределно допустимите стойности на ЕМП, са вътрешните зони на повишаващите подстанции (но не и извън тях), както и зоните, непосредствено под въздушните електропроводи с напрежение 110 kV, 220 kV и по-високи.

Всички общи изводи, направени за нивата, на електрически, магнитни и електромагнитни полета, генерирани от вятърни паркове и от техни елементи (вятърни електрогенератори, подземни колекторни кабели, повишаващи подстанции, въздушни електропроводни линии, са валидни и за ВЯЕЦ „Крушари“.

6. Оценка на значимостта на въздействието на ЕМП

Единна методика за оценка на значимостта на въздействието, утвърдена на национално ниво у нас няма, но съществуват ръководства, инструкции, прототипни методи и публикации за оценка на значимостта на въздействието (*Ръководство относно прилагането на член 7 от директивата за ОВОС, Jaspers, 2013, Environmental Resources Management CCGT Power Plant, SALDANHA, <https://safetyculture.com/topics/risk-assessment/5x5-risk-matrix>, Environmental Impact Assessment Methodology, Management and Maintenance of the Scottish Trunk Road Network, Transport Scotland, © Amey plc April 2013, Environmental Impact Assessment of Projects, European Commission, 2017 и др.*), като всички ползват сходни методи и собствени критерии за количествена и полуколичествена оценка, и съответно дават сходни, макар и различни в детайлите резултати. В случая е използван експрес-метод, който комбинира факторите за оценка, с оглед приложимостта им за електромагнитното въздействие на вятърни паркове и позволява да се извърши полуколичествена оценка на значимостта на въздействието на ЕМП, генерирани от ВЯЕЦ „Крушари“ и да се представи същото в следната матрица:

		МАГНИТУД НА ВЪЗДЕЙСТВИЕТО / ПОСЛЕДСТВИЯТА				
		ПРЕНЕБРЕЖИМО [1]	СЛАБО [2]	УМЕРЕНО [3]	СИЛНО [4]	УВРЕЖДА СРЕДАТА [5]
ВЕРОЯТНОСТНО ОПИСАНИЕ НА ДЕСКРИПТОРА		ЕМП = 0,1-0,3 mG (съизмеримо с фоновите стойности)	ЕМП ≥ 50 mG (над стойността на ЕМП близо до ВЕЛ 110 kV)	ЕМП ≥ 9,04 G (над базовото ограничение за ЕМП 60 Hz)	9 G ≥ ЕМП ≤ 4000 G (между базовите ограничения за ЕМП от променлив и от прав ток)	ЕМП ≥ 4 000 G (над базовото ограничение за ЕМП от прав ток)
РЯДКО / ОТДАЛЕЧЕНО [1]	Може да възникне само при изключителни обстоятелства	1 МНОГО НИСЪК	2 МНОГО НИСЪК	3 НИСЪК	4 НИСЪК	5 УМЕРЕН
МАЛКО ВЕРОЯТНО [2]	Възможно е някога да възникне	2 МНОГО НИСЪК	4 НИСЪК	6 УМЕРЕН	8 УМЕРЕН	10 УМЕРЕН
ВЕРОЯТНО / ПОНЯКОГА [3]	Може да възниква от време на време	3 НИСЪК	6 УМЕРЕН	9 УМЕРЕН	12 УМЕРЕН	15 ВИСОК
МНОГО ВЕРОЯТНО [4]	Вероятно ще възниква в доста случаи	4 НИСЪК	8 УМЕРЕН	12 УМЕРЕН	16 ВИСОК	20 МНОГО ВИСОК
ПОЧТИ СИГУРНО [5]	Очаква се да възниква винаги	5 УМЕРЕН	10 УМЕРЕН	15 ВИСОК	20 МНОГО ВИСОК	25 МНОГО ВИСОК
		ДЕСКРИПТОР	ВЕРОЯТНОСТ	ВЪЗДЕЙСТВИЕ	КОЛИЧЕСТВЕН БАЛ	ЗНАЧИМОСТ НА ВЪЗДЕЙСТВИЕ
		ЕМП от ВЯЕЦ	МН. ВЕРОЯТНО [4]	НЕУЛОВИМО [1]	4	НИСКА

ЦВЕТОВЕ ЗА ИНДИКИРАНЕ СТЕПЕНТА НА РИСКА					
0 НУЛЕВ РИСК	1-2 МНОГО НИСЪК РИСК	3-4 НИСЪК РИСК	5-12 УМЕРЕН РИСК	15-16 ВИСОК РИСК	20-25 МНОГО ВИСОК РИСК

Източник: <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC8275831/>

Фиг. 4. Матрична количествена за оценка на значимостта на въздействието на ЕМП, генерирани от ВЯЕЦ „Крушари“ върху близко разположените населени места

От извършената полуколичествена оценка на значимостта на въздействието на електромагнитните полета, генерирани от работата на ВЯЕЦ „Крушари“ е видно, че магнитудът на електромагнитното въздействие поражда нулева степен на риск за населението в близко разположените до парка селища, с оценка 0 бала от 25 възможни. До тази оценка се стига, като се определи нивото на въздействие от ЕМП и вероятността за възникване на въздействието. Видно от раздел 4, нивото на ЕМП, генерирани от турбини на вятърен парк, е хиляди пъти по-ниско от пределно допустимите стойности за ЕМП и не е възможно дори да бъде измерено. Т.е., нивото на ЕМП, породени от работата на парка е практически нула, при което, здравното въздействие на ЕМП се определя само от фоновата напрегнатост. Това е валидно, както за периода на експлоатация, така и за периода на строителство на парка. Уязвимостта на средата в Община Крушари, която се отчита при определянето на магнитуда на въздействие, също е ниска, което е видно от данните в Протокол №Ф-5/29.04.2021 г. за контрол на електромагнитни полета на дирекция ЛИ при РЗИ-Варна. Данните показват плътност на измерената фоновая мощност на ЕМП в пункта за мониторинг на Община Крушари, далеч под пределно-допустимото ниво за високочестотни източници, което за населени територии е $10 \mu\text{W}/\text{cm}^2$, съгласно *Наредба № 9 за пределно допустими нива на електромагнитни полета в населени територии и определяне на ХЗЗ зони около излъчващи обекти*. Въз основа на тези данни, магнитудът на въздействието на ЕМП се оценява, като „ПРЕНЕБРЕЖИМ“, с оценка 0 бала.

Фоновото ниво на ЕМП ще действа практически непрекъснато в периода на строителство, и в периода на експлоатация на парка, което съответства на вероятностно описание на дескриптора „ПОЧТИ СИГУРНО“, чиято бална оценка е 5.

Тъй, като оценката на значимостта на въздействието е резултат от произведението на магнитуда на въздействие и на вероятността за възникването му, за значимостта на въздействие на ЕМП получаваме стойност 0 бала. По използваната от метода полуколичествена скала за оценка от 0 до 25 бала, получените 0 бала определят значимостта на шумовото въздействие от ВЯЕЦ „Крушари“, като нулево и съответно, здравния риск, създаван от този вреден фактор, като нулев.

7. Необходимост от мерки за намаляване въздействието на ЕМП

Не се налага да се вземат мерки за защита срещу въздействието на ЕМП, генерирани от работата на ВЯЕЦ „Крушари“, тъй като значимостта на въздействието и съответно, рискът за здравето на местните жители, е оценен, като „НИСЪК“.

III. Оценка на възможността за възникване на визуален и психологичен дискомфорт и мерки за ограничаването му, ако такива се налагат

1. Въздействие върху ландшафта на територията, предвидена за изграждане на ВЯЕЦ „Крушари“

Ландшафтът е ключово условие за индивидуалното и социалното благосъстояние на хората и има важна роля в културната, екологичната и социалната област, и най-вече, в областта на опазването на природата.

Местоположението на ВЯЕЦ „Крушари“ и оценката на съществуващите ландшафтни условия показват, че в територията на парка и в зона отстояща на 1 км от крайните турбини са налице следните основни характеристики на ландшафта:

- Отсъстват природни ландшафти, които да са част от НЕМ и да са важни за биологичното разнообразие, природните редки образувания или природни елементи с висока стойност;
- Отсъстват защитени ландшафти;
- Отсъстват специфични гледки с висока природозащитна стойност, разположени по туристически маршрути и/или места за отдых от важен интерес;
- Доминират ландшафти с модифицирани местообитания и модифицирани природни територии, в основната си част, земеделски земи, синори и обслужващи черни пътища, овощни градини, внесени култури в горски територии, обслужващи обекти на селското стопанство, малко на брой язовири, изоставени части от напоителни системи и т.н.;
- Присъстват горски ландшафти, фрагментирани от широко площи земеделски блокове. Около 25-30% от територията е заета от горски ландшафти на едроразмерни гори, повечето от които – без висока стойност;
- Част от горските ландшафти са в близост до населени места. Всички са свързани с пътища, основно черни, които са точки за наблюдаване на природни обекти;
- Налице са и урбанизирани зони – основно малки селища и стопански обекти, свързани преди всичко със селското стопанство.

Чувствителността на ландшафта може да се оцени чрез способността на конкретен пейзаж да поеме промените в ландшафта, така че те да останат естетически приемливи за дълъг период, без да се отчита временния подсъзнателен психологичен дискомфорт от промяна на гледката. От тази гледна точка ландшафтите в района на ВЯЕЦ „Крушари“ могат да бъдат оценени като средно до слабо чувствителни.

Както всеки индустриален обект и изграждането на вятърен парк също внася известна промяна в характеристиките на ландшафта и в начина, по който той изглежда. Оценката на тези промени, обаче е твърде субективна и индивидуална, без санитарно-хигиенни последствия за хората и зависи в много голяма степен от персоналната нагласа на всеки

човек за възприемане или отричане на нови елементи, които се появяват в близост до средата му на обитаване. Тъй, като възприятието е субективно, могат да се очакват, както позитивни, така и негативни реакции, т.е. една част от хората ще възприемат положително тези ландшафтни промени, а друга – вероятно не. Важен фактор за възприятието на турбините е начинът по-който те се открояват на фона. Така например ярки цветове на кулите и перките биха имали значително по-силен визуален ефект. За да се смекчи това, с оглед намаляване на визуалния контраст между ветроенергийните съоръжения и небето, се е утвърдила препоръката за бяло или сиво оцветяване на перките на турбините.

Прогноза за въздействието върху ландшафта по време на строителството

Ландшафтни въздействия възникват като пряк резултат от присъствието на строителна техника и извършването на строителни дейности в земеделските земи чрез:

- Промяна на сравнително елементи от общия пейзаж;
- Повишено съдържание на прах във въздуха по време на строителството, което създава локален пейзажен дискомфорт;
- Чести временни промени в пейзажа, свързани с придвижването на строителни машини и издигане на временни конструкции във връзка с монтажа на вятърните турбини;
- Строителни дейности върху площи от няколко декара в имотите, предвидени за изграждане на повишаващи подстанции;
- Строителните дейности по изграждане на съоръженията и инфраструктурата на ветропарка ще окажат временно отрицателно въздействие върху елементите на ландшафта - изкопи, строителни дейности, подобряване на земеделски и горски пътища, загуба на земеделски терени;
- Визуалното въздействие е на разстояние не повече от 3-4 км от мястото на строителните дейности;
- Ограничаване на видимостта в резултат от монтирането на временни постройки, чиято височина е в диапазона 2,5-4,5 м;
- Строителните работи ще станат част от местния пейзаж за около 3 години – времето, през което ще продължат строителните работи.

В контекста на оценката на въздействието на промените в ландшафта, роля на рецептори играят селата в района около парка (или по-точно техните жители), а ролята на референтни точки изпълняват отделни части на селата, откъдето могат да бъдат наблюдавани турбините и останалите елементи на вятърния парк. В ползрението на местните жители ще настъпят следните промени, свързани с работите по строителните площадки:

- С. Росица – 10 строителни кранови площадки за вятърни турбини, видими на разстояние 3 до 5 км западно от селото, разширяване на пътни връзки, видими

от западния край край, трасе за въздушна електропроводна линия 110 kV на около 4 км от източния край на селото;

- С. Поручик Кърджиево – 6 строителни кранови площадки за вятърни турбини, видими на разстояние 1,5 – 3 км от южния край на селото, площадка за изграждане на ПП 30(35)/110 kV и трасе за строителство на въздушна електропроводна линия 110 kV, видими от североизточния край на селото, разширяване на пътни връзки, видими от източния край;
- С. Северняк – 3 строителни кранови площадки за вятърни турбини, видими на разстояние 1,5-3,1 км от южния край на селото, трасе за въздушна електропроводна линия 110 kV на 2,5 км от източния край, разширяване на пътни връзки, видими от източния край на селото;
- С. Коритен – 5 строителни кранови площадки за вятърни турбини, видими на разстояние 0,8-1,5 км от източния край на селото и 1 площадка на 0,8 км, видима от западния край, разширяване на пътни връзки, видими от източния край;
- С. Абрит – 3 строителни кранови площадки за вятърни турбини, видими на разстояние 1,4-2,6 км от северния, източния и югоизточния край на селото, разширяване на пътни връзки, видими от северните, източните и южните части на селото;
- С. Александрия – 6 строителни кранови площадки за вятърни турбини, видими на разстояние 1,5-3,7 км от североизточния край на селото и още 4, видими на разстояние 1,5-3,1 км от югоизточния край, разширяване на пътни връзки, видими от северния, източния и южния край;
- С. Добрин – 6 строителни кранови площадки за вятърни турбини, видими на разстояние 1,5 – 3 км от североизточния край на селото и още 4, видими от западния край на 1,5-3,2 км, площадка за изграждане на ПП 30(35)/110 kV видима на 3,4 км от западния край на селото и трасе за строителство на въздушна електропроводна линия 110 kV, видимо на 1,2 км от източния край на селото, разширяване на пътни връзки, видими от западния и от източния край;
- С. Крушари – 1 строителна кранова площадка за вятърна турбина, видима на разстояние 2,5 км от източния край на селото, трасе за строителство на въздушна електропроводна линия 110 kV, видимо на 5,3 км от източния край на селото, разширяване на пътни връзки, видими от източния край;;
- С. Полковник Дяково – 3 строителни кранови площадки за вятърни турбини, видими на разстояние 0,95 – 1,6 км от североизточния край на селото, още 6 площадки, видими на 1,3-3,7 км от югоизточния край на селото, площадка за изграждане на ПП 30(35)/110 kV и трасе за строителство на въздушна електропроводна линия 110 kV, видими на 1,2 км от източния край на селото, разширяване на пътни връзки, видими от североизточния, източния и югоизточния край;
- С. Земенци – 3 строителни кранови площадки за вятърни турбини, видими на разстояние 1,2 – 1,5 км от източния край на селото, трасе за строителство на

въздушна електропроводна линия 110 kV, видимо на 3 км от югоизточния край на селото, разширяване на пътни връзки, видими от източния край;

- С. Загорци – 2 строителни кранови площадки за вятърни турбини, видими на разстояние 1,8 – 2,5 км от североизточния край на селото, площадка за изграждане на ПП 30(35)/110 kV и трасе за строителство на въздушна електропроводна линия 110 kV, видимо на 2,4 км от югоизточния край на селото, разширяване на пътни връзки, видими от източния край;

Площадките за изграждане на отделните елементи на парка, които променят ландшафта, наблюдаван от различните населени места в района, ще бъдат временни, а самите те ще заемат малка площ. С оглед на това, визуалното въздействие, което те ще окажат, ще бъде слабо, отрицателно, с локално проявление на малка площ във времеви обхват на строителните дейности (временни), ниска честота. Повечето въздействия ще бъдат възстановими, но изградените елементи на парка ще останат за постоянно или най-малко за времетраенето на жизнения цикъл на парка.

Прогноза за въздействието върху ландшафта по време на експлоатацията на парка

ВяЕЦ „Крушари“ обхваща територия с условна площ около 5 700 ха, която се състои в основната си част от земеделски земи и в много по-малка степен малка част горски и други растителни масиви. Изграждането на вятърен парк е свързано със следните промени в ландшафтите на територията, на която са разположени неговите съоръжения:

- Променя изгледа, внасяйки техногенни елементи – вятърни турбини, като по този начин променя и пространствените структури на ландшафтите;
- Внася изменения в типовете ландшафти – в случая ландшафтите в района на парка са предимно селскостопански, смесени с горски ландшафти и изкуствени елементи от едроразмерни насаждения (такива са ветрозащитните пояси в района на Добруджа). Към тези типове ландшафт се добавят и урбанизираните, представени изключително от малки населени места, някои от които са почти обезлюдени. Тези съществуващи ландшафти ще бъдат в някаква степен променени с внасянето в тях на вятърни турбини, подстанции и въздушни електропроводи;
- Оказва въздействия с локален характер в точките около турбините, сградите на подстанция, стълбовете на електропроводите, реконструкцията на локалните пътища. Тези въздействие променят селскостопанския ландшафт в точката, в която се намират, в техногенен;
- Допълват ландшафта с нови ефекти, каквито не е имали преди изграждането на парка, най-характерни от които са оптичните ефекти, свързани с работата на вятърните турбини (редуващи се сенки, редуващи се отблясъци).

Способността на ландшафта да приема нови елементи, без да промени типа и характера си, се нарича „поемен капацитет“ на ландшафта. Ландшафтите на територията, предвидена за изграждане на ВяЕЦ „Крушари“ са традиционно селскостопански, без

натрапващи се елементи на интензивно земеделие с доминиране на земеделските земи, масиви гори и обрасналите долове. Известна част от територията се заема от селски пасища и мери. Върху ландшафт от този тип вятърните електрогенератори, с техните размери са видими от далечни разстояния и пейзажът се „обогатява“ и преминава от типичен селски, пасторален в многокомпонентен пейзаж, който продължава да е селски, но с елементи на техногенен. Тези елементи могат да не бъдат еднозначно приети от всички наблюдатели. Рецептори на въздействието, произтичащо от измененията в ландшафтите, в случая са селата в района и по-точно, техните жители. Когато в еднокомпонентен или двукомпонентен ландшафт (напр., селскостопански в комбинация с горски), който е развит хоризонтално, се появят вертикални структури, каквито са вятърните турбини, те веднага стават забележими и възприемането им е нееднозначно в различните референтни точки (части) на рецепторите (селата). Възприемането им може да бъде негативно в много висока степен, такава, че да възникне фиксиране върху тях и противоборството с тях да стане натрапчива идея. Когато ландшафтите и, съответно, пейзажите са по-сложни и са съставени от повече компоненти, самият местен пейзаж е по-раздвижен и динамичен, и в него се очертават и вертикални обеми, ветрогенераторите, като нов елемент, вече не се толкова видими и не контрастират в такава степен с предишния пейзаж, както това става при едно- и двукомпонентните ландшафти.

В случая с ВЯЕЦ „Крушари“, на една турбина се пада площ, малко повече от 100 ха. Очевидно е, че не са необходими особено пространни анализи, за да се стигне до извода, че местният ландшафт, който има селскостопански, горски, инфраструктурни, техногенни и други компоненти, е в състояние да издържи визуално присъствието на по една вятърна турбина на 100 ха, без да бъде радикално променен, като тип и характер.

През лятото на 2023 е извършено обследване на територията на бъдещия парк в 63 зони, всяка с диаметър 250-300 м, като във всяка от тях е направен по един панорамен клип с обзор 360°. Почти на всички от тях, от височина 2,5 м над земята, от която са направени клиповете, населени места не се виждат. Това се дължи на терена и на множеството растителни прегради, които пречат на видимостта – горски масиви, крайпътни насаждения от тополи, ветрозащитни пояси. Естествено, при височина на една вятърна турбина от порядъка на 220 м, тя не може да остане скрита, но наличието на голям брой естествени прегради, ограничаващи видимостта и гледката, и при 3-4 компонентен ландшафт, възприемането на такава турбина от референтните точки на рецепторите на ландшафта (т.е. от избрани наблюдателни точки в селата) вече няма да бъде толкова контрастно и вероятността, тя да бъде с възприета с висока степен на негативизъм, е значително по-малка.

Визуални въздействия върху ландшафта

Видимостта при ниско хълмисти ландшафти е от 2 до максимум 4-5 км, в зависимост от денивелацията, препятствията и другите елементи на ландшафта. При наличие на едроразмерни растителни масиви видимостта спада. Промените в ландшафта, които ще

възникнат, регистрирани в референтните точки на рецепторите (селата в района), са следните:

- с. Росица – 10 вятърни турбини, видими на разстояние 3 до 5 км западно от селото, ВЕЛ 110 kV на около 4 км от източния край на селото;
- с. Поручик Кърджиево – 6 вятърни турбини, видими на разстояние 1,5 – 3 км от южния край на селото, ПП 30(35)/110 kV и ВЕЛ 110 kV, видими на 1,5 км от североизточния край на селото;
- с. Северняк – 3 вятърни турбини на 1,5–3,1 км от южния край на селото, ВЕЛ 110 kV на 2,5 км от източния край на селото;
- с. Коритен – 5 вятърни турбини на разстояние 0,8-1,5 км от източния край на селото и 1 турбина на 0,8 км, видима от западния край;
- с. Абрит – 3 вятърни турбини на 1,4-2,6 км от северния, източния и югоизточния край на селото;
- с. Александрия – 6 вятърни турбини, видими на 1,5-3,7 км от североизточния край на селото и още 4, видими на разстояние 1,5-3,1 км от югоизточния край;
- с. Добрин – 6 вятърни турбини, на разстояние 1,5 – 3 км от североизточния край на селото и още 4, видими на 1,5-3,2 км от западния край, ПП 30(35)/110 kV видима на 3,4 км от западния край на селото и ВЕЛ 110 kV, видима на 1,2 км от източния край;
- с. Крушари – 1 вятърна турбина, на разстояние 2,5 км от източния край на селото, ВЕЛ 110 kV, видима на 5,3 км от източния край;
- с. Полковник Дяково – 3 вятърни турбини, на разстояние 0,95 – 1,6 км от североизточния край на селото, още 6 турбини на 1,3-3,7 км от югоизточния край на селото, ПП 30(35)/110 kV и ВЕЛ 110 kV, видими на 1,2 км от източния край;
- с. Земенци – 3 вятърни турбини на разстояние 1,2 – 1,5 км от източния край на селото, ВЕЛ 110 kV на 3 км от югоизточния край;
- с. Загорци – 2 вятърни турбини, на разстояние 1,8 – 2,5 км от североизточния край на селото, ПП 30(35)/110 kV и ВЕЛ 110 kV, видими на 2,4 км от югоизточния край на селото.

Интензивност на ландшафтните ефекти

Величината или силата на ландшафтно изменение се определя като термин, който съчетава оценка за размера и мащаба на ефекта, степента, в която се случва, дали е обратим или необратим и дали е краткосрочен или дългосрочен по продължителност. За да се определи степента/магнитуд на промяна на отделните ландшафтни елементи в рамките на обекта се прилага методология за оценка, въз основа на критерии и аспекти посочени по-долу. Съгласно приложената схема за оценка, силата на ландшафтните ефекти в района на ВЯЕЦ „Крушари“ и се определя както следва:

Степен/мащаб на ефекта/въздействието върху ландшафта

Въздействието върху ландшафта е с ниско ниво. То е свързано с незначителна загуба на неговите характеристики, налице са слаби нарушения, без промяна в неговата цялост. Промяната няма осезаем ефект върху естетическото възприемане на ландшафта. Налице са незначителни промени в характеристиките му, които съответно водят до незначителна промяна в общия характер на ландшафта.

Географски обхват на въздействието върху ландшафта

Географският обхват е много малък. Ефектите могат да повлияят единствено локално, в местата на изграждане на турбините и другите елементи на парка.

Продължителност и обратимост на въздействието върху ландшафта

Въздействието е съизмеримо с жизнения цикъл на парка и следва да се приеме за постоянно.

В процеса на експлоатация не се очакват никакви изменения на условията, влияещи формирането на елементите на ландшафта в контактните природни зони, горите и пасищата. Идейният проект на ВЯЕЦ „Крушари“ не предвижда изграждането на никакви източници, емитиращи вредни вещества в атмосферата, водите и земеделските земи, поради което по експертна оценка мероприятията изобщо няма да повлияят възможностите за само очистване и само възстановяване на типовите и подтипове ландшафти, контактуващи с обекта.

2. Специфични светлинни ефекти

Експлоатацията на вятърните турбини е съпроводена от с две специфични оптични явления – ефекти, причинени от витлата на турбините. Оптичните ефекти, създадени от вятърните турбини се разделят на ефекти на засенчване и на отражение на светлина, създавани от витлата на турбините. И двете явления се характеризират с периодичност на поява, зависеща от оборотите на пропелера, от взаимното разположение на слънцето, вятърните турбини и зоните с присъствие на хора, посоката на вятъра, а също и от интензивността на слънчевото греене. Този тип ефекти могат да възникнат единствено при експлоатацията на парка и при наличие на пряка видимост между потенциалния наблюдател и източника на светлинно въздействие,

Засенчването (редуващи се сенки) от витлата на вятърните турбини, представлява периодично изменение в осветеността на дадена точка от земната повърхност, сгради или други обекти. Редуващи се сенки възникват, когато лопатките на вятърна турбина преминават между източник на светлина и наблюдател – в случая, между слънцето и наблюдател. Въздействието може да продължи няколко минути и обикновено се изпитва по-осезаемо в рамките на няколкостотин метра от турбината. Честотата на засенчване на дадена точка е пряко свързана с оборотите на вятърната турбина в конкретния момент, а времето на засенчване зависи освен от горепосочените четири фактора и от диаметъра и ширината на витлата. Въздействието може да се почувства и

вътре в домовете. То може да бъде намалено чрез преориентация на турбината и прегради – буферни зони с растителност.

Отражението на светлина (редуващи се отблясъци) възниква в резултат от отразяването на слънчевите лъчи от перките на турбините (обикновени отражения на слънчевите лъчи). Освен това върху появата на отблясъци от витлата оказва влияние и ъгълът на завъртане на лопатите спрямо оста им. Отражателната способност на повърхността на перките също е от голямо значение и тя зависи от цвета и възрастта на перките.

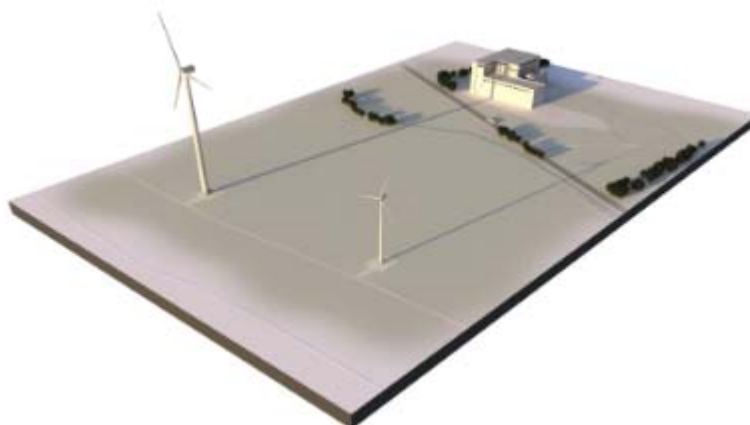
Редуващите се отблясъци са ефект, който е отстранен в съвременните вятърни турбини изцяло, отпреди повече от 15 години и вече не се обсъжда в специализираната литература. Турбините, включително кулата и витлата, се произвеждат с фабрично нанесено антирефлексно покритие в матов цвят, който поглъща светлината, без да я отразява. Витлата на роторите се проектират в съответствие с международния стандарт EN IEC 61400, който съдържа изисквания за предотвратяване на светлинните отблясъци. По тази причина, **по-нататък този ефект няма да бъде оценяван, тъй като отсъства напълно при експлоатацията на съвременните вятърни турбини.**

И двете явления се характеризират с периодичност на поява, зависеща от оборотите на ротора, от взаимното разположение на слънцето, вятърните турбини и зоните с присъствие на хора, посоката на вятъра, а също и от интензивността на слънчевото греене. **Този тип ефекти не могат да възникнат по време на строителството, те възникват единствено при експлоатацията на ветроенергийните съоръжения.**

Практически нито един от светлинните ефекти, наричани още „стробоскопични“, за които се счита, че могат да имат потенциално вредно въздействие, сам по себе си не е в състояние да доведе до замърсяване на околната среда. Светлинните ефекти нямат пряко въздействие и върху човешкото здраве, но биха могли да повлияят върху комфорта на обитаване. Въздействието се счита за субективно и не е известна национална норма, която да определя допустима граница на тези въздействия. Датски проучвания сред заинтересованите страни са показали, че на разстояния над 500 м, турбините се възприемат, като обикновени обекти на фона на слънцето и за обсъждане въздействието на светлинните ефекти в зоните около парковете е липсвал специален интерес (*Асоциация на експертите по вятърна енергетика в Кралство Дания – интернет бази с информация www.windpower.org*).

Пространствен механизъм на възникване и действие на светлинните ефекти

Теоретично, вятърна турбина от състава на ВЯЕЦ „Крушари“ би могла да окаже въздействие върху наблюдател, който се намира на запад (W), югозапад (SW), юг (S), югоизток (SE) или на изток (E) от нея. Това е свързано с разположението на слънцето и турбината, при което последната би могла да генерира редуващи се сенки (Фиг. 1).



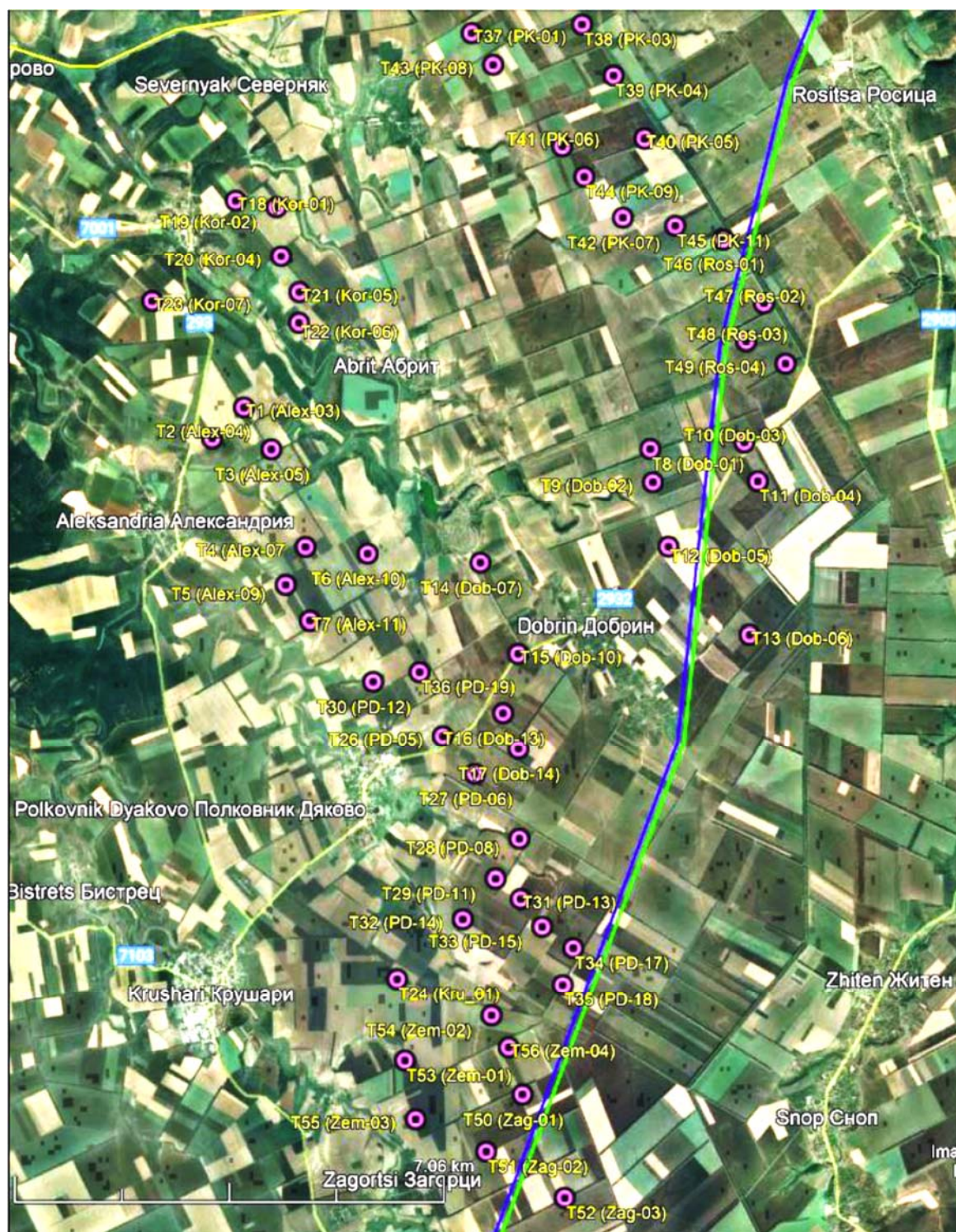
Фиг. 1. Механизъм на възникване на редуващи се сенки от витлата на вятърна турбина

Степента на въздействие на редуващите се, ниско падащи сенки зависи от разстоянието между вятърната турбина и наблюдателя или в по-общия случай, между турбината и населеното място, където може да бъде изпитано въздействието. Най-късото разстояние между турбина и населено място в района на ВЯЕЦ „Крушари“ е 710 м, но най-късото разстояние между турбина и населено място, върху жителите на което тя може да окаже стробоскопично въздействие (т.е., намиращо се в посока W, SW, S, SE или E от нея), е повече от 1000 м (вж. Таблица 1).

Сенките от витлата на турбина са достатъчно дълги (падат на голямо разстояние) само когато слънцето се намира ниско на хоризонта. Това е възможно сутрин, надвечер и през зимата. По-горе бе споменато, че стробоскопичният ефект може да бъде намален чрез прегради (буферни зони с растителност), които скриват турбините от погледа на наблюдателя. Специфичен елемент на територията, предвидена за изграждане на парка, са създадените през 50-те години ветрозащитни пояси. С цел предпазване на реколтата в Добруджа от унищожителния сух вятър е създадена система от главни и второстепенни пояси, които са плътни и в облистено състояние са почти без просвети в целия профил. Полезащитната мрежа оформя правоъгълни полета от обработваема земя с надлъжни страни 1200 до 1500 м и напречни страни 500 до 600 м, като поясите са разположени по границите им.

При теренни обследвания, проведени през март 2011 г. и през юни 2023 г. е установен съставът на тези от тях, които са разположени в най-голяма близост до проектната територия. Доминиращи видове са основно ясен (*Fraxinus excelsior* L.), салкъм (*Rubinia pseudoacacia* L.) и цер (*Quercus cerris* L.). В западната част на терена е установен и един пояс с доминиращ вид – полски бряст (*Ulmus minor* Mill.). Растителността е етажна с различна възраст – от млади и разреждени храстова насаждения с широчина 1-2 м и височина до 1,5 м, до стари, стабилни дървета с диаметър на ствола 30-80 см и височина на дърветата до 25-30 м.

От взаимното разположение на селищата в района, потенциалните визуални прегради, като ветрозащитни пояси, горски масиви, крайпътна едроразмерна растителност и просто едроразмерни дървета по дворовете, и вятърните турбини на ВЯЕЦ „Крушари“ (Фиг. 2) може да се съди, кои населени места има вероятност бъдат засегнати от светлинни ефекти, причинени от вятърни турбини.



Фиг. 2. Разположение на турбините и на населените места в района, предвиден за изграждане на ВЯЕЦ „Крушари“

Засегнати зони и население от оптичните ефекти на вятърните турбини

В Таблица 1 са указани разстоянията между населените места в района на ВЯЕЦ „Крушари“ и най-близката турбина, която би могла да бъде източник на редуващи се сенки, оказващи стробоскопично въздействие върху дадено селище. Местоположенията са определени с оглед взаимното разположение на съответната турбина и населено място, и траекторията, която следва слънцето през деня.

В таблицата е указано и наличието на естествени прегради (полезащитни пояси, горски масиви, крайпътна едроразмерна растителност, дървета в дворовете на къщите и др.), които могат да не позволят пряка видимост между къщите в населеното място и съответната турбина. Жилищата във всички селища в този район са едноетажни, с изключение на няколко жилищни блока и обществени сгради в общинския център Крушари, но те не променят общата картина на въздействието. Височините на повечето групи едроразмерна растителност, които могат да „скрият“ дадена турбина, са определени по време на обследвания на терена, проведени през 2023 г.

Чрез разчетите, които са представени в Таблица 1, е определена ефективната височина на даден горски масив или ветрозащитен пояс, при която той може да закрие турбината от наблюдателите в селището. За четири от населените места (селата Северняк, Поручик Кърджиево, Полковник Дяково и Земенци) се оказва, че височината на дървесните прегради към съответните турбини не са достатъчно високи и не могат да закрийт напълно турбините. За тази села е прието, че 100% от къщите в тях имат пряка видимост със съответната турбина и са изложени на въздействието на редуваща се сянка. За останалите селища е оценен процентът от къщите, които попадат в пространствения сектор с видимост към турбината.

Въз основа на тези данни, за всяко населено място в обсега на ВЯЕЦ „Крушари“ е пресметнат потенциалният брой жители, които могат да се окажат изложени на въздействието на редуващите се сенки. Общият брой местни жители, за които съществува теоретична възможност да се окажат изложени на такова въздействие е 896 души, което съставлява 31,7% от сумарното население във всички селища в района на парка.

Следва да се има пред вид, че във всички разчетни етапи са били приемани варианти с по-тежки условия от гледна точка на степента на оказваното въздействие, вследствие на което прогнозната оценка на засегнатото население е завишена с няколко процента. Освен това е известно, че въздействието на светлинните ефекти върху дадена точка може да продължи максимум 30 минути на денонощие, тъй като слънцето мени местоположението си, а сянката – мястото, върху което се проектира. Трябва да се отчете и броят на дните с ясно време, когато когато слънцето грее и вятърните турбини се виждат и съответно, могат да генерират сянка. Всички тези фактори драстично намаляват общото време, през което може да се наблюдава въздействие на редуващите се сенки, както и броя на жителите, които могат да бъдат изложени на тях.

Таблица 1

Потенциален брой жители в селищата в района на ВЯЕЦ „Крушари“, които биха могли да видят от домовете си най-близко разположената турбина, генерираща редуващи се сенки

Населено място	Най-близка турбина по някои от уязвимите направления	Разстояние до турбината	Наличие на горски масив или защитен пояс между селото и турбината по някои от уязвимите направления	Разстояние от селото до масива или пояса	Височина на масива или пояса	Ефективна височина на масива / пояса, закриваща турбината	Процент от къщите, попадащи в сектор с видимост към турбината	Общ брой жители в селището	Потенциален брой жители, които могат да видят турбината от домовете си
									[брой]
	E, SE, S, SW, W	[м]	E, SE, S, SW, W	[м]	[м]	[м]	[%]	[брой]	[брой]
с. Росица	T40(PK-05)	3 190	W, SW	50	5	3	14	400	56
с. Северняк	T19(Kor-02)	2 220	SW, SE	129	10	12	100	115	115
с. Поручик Кърджиево	T41(PK-06)	2 300	SW	150	10	13	100	19	19
с. Коритен	T23(Kor-07)	1 031	SW	69	15	14	20	233	46,6
с. Абрит	T1(Alexr-03)	2 284	W	120	20	11	10	226	22,6
с. Александрия	T4(Alex-07)	2 169	E	40	10	4	5	58	2,9
с. Добрин	T15(Dob-10)	1 010	W	55	15	11	5	76	3,8
с. Полковник Дяково	T28(PD-08)	2 386	E	210	10	18	100	254	254
с. Крушари	T24(Kru-01)	2 510	E	38	5	3	25	1289	322,25
с. Земенци	T55(Zem-03)	1 442	E	101	5	14	100	10	10
с. Загорци	T52(Zag-03)	3 461	E	106	10	6	30	145	43,5
							ОБЩО:	2825	896

Здравно въздействие на засенчването (редуващите се сенки)

Редуващите се сенки възникват, когато слънцето е ниско на хоризонта и светлината му преминава през въртящите се перки на вятърна турбина, хвърляйки движеща се сянка върху обекта, подложен на въздействие. Това явление може да се окаже проблем за някои жители в района на парка, тъй като редуващите се светли и тъмни интервали през прозорците, могат да предизвикат усещане за някаква форма на светлинни вибрации (трептения).

Поради ниския ъгъл на слънцето над хоризонта, необходим за предизвикване на ефекта и редица други фактори, описани по-горе, които също трябва да са налице, трептенето на сенките възниква рядко, случва се на ограничени места за кратко време (рядко достига 30 минути) и сумарната му продължителност може да бъде не повече от няколко часа на година. Въпреки това, когато това явление възникне, то потенциално може да създаде неудобство за някои от хората в жилището, в което възниква. Известно е, че въздействието на засенчването (редуващите се сенки) възниква на не повече от 10 диаметра от турбината (за турбината V162-6.2 MWTM IEC 5 това са 1600 м), което допълнително намалява процента на засегнатото население. Ако бъдат отчетени всички фактори, които ограничават възникването на редуваща се сянка, както следва:

- Броят на дните с ясно време, когато слънцето свети, вятърните турбини се виждат и генерират сянка, са около 280 на година (около 77% от цялото време);
- Засенчването възниква максимум на 1600 м от турбината;
- Експозицията рядко достига 30 минути в рамките на едно събитие, т.е. на ден;
- Засенчването възниква само, когато слънцето е ниско над хоризонта – рано сутрин, късно надвечер и през зимния период;
- Между турбината, генерираща редуващи се сенки и рецептора, който е изложен на въздействието, често има естествени прегради, които скриват турбината;

ще се окаже, че процентът на населението в близко разположените селища, което би могло да стане свидетел на редуващи се сенки от вятърна турбина, е не повече от 18-20%. За ВЯЕЦ „Крушари“ това са 500-600 души, а като се има пред вид, че за усетено раздразнение споделят около 5% от тях, то **за района на ВЯЕЦ „Крушари“ следва да се очаква, при провеждане на евентуална анкета, около 25-30 души да изразят недоволство от наличието на оптични ефекти от вятърния парк.** Това, обаче, е психологическа реакция и по никакъв начин не е свързано с никакви последствия за здравето на конкретния човек, тъй като от подобни оптични въздействия здравни проблеми при психически и физически здрав човек не могат да възникнат.

В този смисъл, за да бъдат по-добре разбрани мащабът на проблема, механизмът на възникване, факторите, оказващи влияние и мерките за смекчаване на въздействието за редуващите се сенки, Националната лаборатория „Лорънс Бъркли“ на САЩ е провела мащабно проучване през 2022 г., включващо моделиране на такова засенчване в повече от 35 000 къщи в 17 щата, намиращи се на разстояние до 2 километра от вятърни

турбини. Събрани са подробни данни от обитателите на 750 от жилищата, относно субективното възприятие и евентуално раздразнение от въздействието. Проучването не открива връзка между експозицията на редуващи се сенки и споделеното раздразнение от въздействието им от някои от анкетираните (<https://www.energy.gov/eere/wind/articles/living-wind-energys-shadow>).

Изследването показва, че чувството на раздразнение от трептенето на сянката се причинява от други фактори, несвързани със самата сянка. Например, възприемането на вятърната турбина, като грозно съоръжение или комбинирането на редуващите се сенки с различни дразнещи звуци в околната среда, като тези от косачки, движението на коли и др., могат да засилят субективните негативни реакции и да бъдат те прехвърлени и към трептенето на сенките. Основният извод от изследването на Лабораторията „Лорънс Бъркли“ е, че реакцията на експозицията на променливи сенки от вятърни турбини е психологически въпрос и не е свързана с наличието на конкретен дразнещ фактор, а с цялостното възприятие на турбините и на вятърната енергетика от конкретния индивид.

Възможно е, някои представители на местните общности да имат притеснения относно това как редуващата се сянка от вятърна турбина може да повлияе на здравето им. Съществуват хипотези (<https://windexchange.energy.gov/projects/shadow-flicker>), че "светлинни вибрации", като тези, могат да засегнат хора, които страдат от фоточувствителна епилепсия (припадъци, предизвикани от мигащи светлини или контрастни редуващи се светли и тъмни петна). Съвременните вятърни турбини, обаче се въртят с ъглова скорост, която може да достигне максимум 20 оборота в минута и имат три витла, което означава, че трептенето на сянката може да бъде с честота, максимум $3 \times 20 = 60 \text{ мин}^{-1}$ (или 1 Hz). Това е доста под прага от 120 проблясъка в минута (или 3 Hz), за който е известно, че може да предизвика симптоми на фото-епилепсия. Хипотезата, за възможната връзка между редуващите се сенки и фоточувствителната епилепсия, никога не е била потвърдена от никакви доказателства и никога не се е налагало да бъде сериозно изследвана.

3. Оценка на значимостта на въздействието на светлинните ефекти, генерирани от турбините

Съществуват множество ръководства, инструкции, прототипни методи и публикации за оценка на значимостта на въздействието (*Ръководство относно прилагането на член 7 от директивата за ОВОС*, Jaspers, 2013, *Environmental Resources Management CCGT Power Plant*, SALDANHA, <https://safetyculture.com/topics/risk-assessment/5x5-risk-matrix>, *Environmental Impact Assessment Methodology, Management and Maintenance of the Scottish Trunk Road Network*, Transport Scotland, © Amey plc April 2013, *Environmental Impact Assessment of Projects*, European Commission, 2017 и др.), като всички ползват сходни методи и собствени критерии за количествена и полуколичествена оценка, и съответно дават сходни, макар и различни в детайлите резултати. В случая се използва експрес-метод, който комбинира факторите за оценка, с оглед приложимостта им за въздействието на стробоскопичния

ефект (редуващите се сенки), генерирани от вятърни турбини и позволява да се извърши полуколичествена оценка на значимостта на вибрационното въздействие на ВЯЕЦ „Крушари“ и да се представи същото в следната матрица:

		МАГНИТУД НА ВЪЗДЕЙСТВИЕТО / ПОСЛЕДСТВИЯТА				
		ПРЕНЕБРЕЖИМО [1]	СЛАБО [2]	УМЕРЕНО [3]	СИЛНО [4]	УВРЕЖДА СРЕДАТА [5]
ВЕРОЯТНОСТНО ОПИСАНИЕ НА ДЕСКРИПТОРА		Без въздействие, няма реакция от населението относно оптичните ефекти	Негативна реакция от 1% до 3% от населението относно оптичните ефекти	Негативна реакция от 3 % до 30% от населението относно оптичните ефекти	Негативна реакция от над 50% от населението относно оптичните ефекти	Възникване на здравни проблеми, доказано свързани с оптични ефекти от вятърни турбини
РЯДКО / ОТДАЛЕЧЕНО [1]	Може да възникне само при изключителни обстоятелства	1 МНОГО НИСЪК	2 МНОГО НИСЪК	3 НИСЪК	4 НИСЪК	5 УМЕРЕН
МАЛКО ВЕРОЯТНО [2]	Възможно е някога да възникне	2 МНОГО НИСЪК	4 НИСЪК	6 УМЕРЕН	8 УМЕРЕН	10 УМЕРЕН
ВЕРОЯТНО / ПОНЯКОГА [3]	Може да възниква от време на време	3 НИСЪК	6 УМЕРЕН	9 УМЕРЕН	12 УМЕРЕН	15 ВИСОК
МНОГО ВЕРОЯТНО [4]	Вероятно ще възниква в доста случаи	4 НИСЪК	8 УМЕРЕН	12 УМЕРЕН	16 ВИСОК	20 МНОГО ВИСОК
ПОЧТИ СИГУРНО [5]	Очаква се да възниква винаги	5 УМЕРЕН	10 УМЕРЕН	15 ВИСОК	20 МНОГО ВИСОК	25 МНОГО ВИСОК
		ДЕСКРИПТОР	ВЕРОЯТНОСТ	ВЪЗДЕЙСТВИЕ	КОЛИЧЕСТВЕН БАЛ	ЗНАЧИМОСТ НА ВЪЗДЕЙСТВИЕ
		Оптични ефекти от ВЯЕЦ	МАЛКО ВЕРОЯТНО [2]	НЕУЛОВИМО [2]	4	НИСКА

ЦВЕТОВЕ ЗА ИНДИКИРАНЕ СТЕПЕНТА НА РИСКА					
0 НУЛЕВ РИСК	1-2 МНОГО НИСЪК РИСК	3-4 НИСЪК РИСК	5-12 УМЕРЕН РИСК	15-16 ВИСОК РИСК	20-25 МНОГО ВИСОК РИСК

Източник: <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC8275831/>

Фиг. 3. Матрична количествена за оценка на значимостта на оптичните ефекти, генерирани от ВЯЕЦ „Крушари“, върху близко разположените населени места

От извършената полуколичествена оценка на значимостта на оптичните ефекти (редуващите се сенки), предизвикани от турбини от състава на ВЯЕЦ „Крушари“ е видно, че същите пораждат **НИСКА степен на риск с оценка 4 бала от 25 възможни** за населението в близко разположените до парка селища.

До тази оценка се стига, като се определи вероятността за възникване на оптични ефекти (редуващи се сенки), възбудени от вятърни турбини и наблюдавани в някои от селищата в района на парка. Предизвикването на оптични ефекти в хода на изграждането на парка е невъзможно. Поради това е прието, че в периода на строителство, „ВЕРОЯТНОСТНОТО ОПИСАНИЕ НА ДЕСКРИПТОРА“ **оптични ефекти от вятърни турбини** е „НИКОГА“, с бална оценка „0“ (не може да възникне).

Въз основа на данните от цитираните по-горе източници и изследвания следва да се очаква, че ако бъде проведено анкетно проучване, около 2-3% от жителите на селищата в района на парка ще изразят под някаква форма раздразнение от наблюдавани от тях оптични ефекти, генерирани от някоя от турбините. Тъй като тези ефекти възникват рядко и при строго определени условия, вероятностното описание на дескриптора **оптични ефекти от вятърни турбини** за периода на експлоатация е „МАЛКО ВЕРОЯТНО“, с количествена оценка 2 бала по използвания метод.

Самият магнитуд на въздействие на вибрациите е „СЛАБО“ с оценка 2 бала, тъй като се очаква, около 2-3% от жителите на селищата в района на парка да изразят под някаква форма раздразнение от наблюдавани от тях оптични ефекти. По този начин, общо, за оценката на значимостта на въздействието на оптичните ефекти получаваме 4 бала, като произведение от двете определени величини.

По използваната от метода полу-количествена скала за оценка от 4 до 25 бала, получените 2 бала определят значимостта на въздействието на оптичните ефекти, предизвикани от турбините на ВЯЕЦ „Крушари“ и съответно, риска, като „НИСЪК“.

4. Необходимост от мерки за намаляване въздействието на оптичните ефекти

По принцип, подобни ефекти се смекчават чрез промяна на местоположението на вятърната турбина (може да има и повече от една, която създава проблем), както и чрез промяна на ъгъла на завъртане на турбината. В случая, обаче, не се налага да се вземат никакви конкретни мерки, тъй като значимостта на въздействието и съответно, рискът за здравето на местните жители, е „НИСЪК“.

За оптичните ефекти (редуващи се сенки), генерирани от вятърни турбини е добре известно, че лесно могат да бъдат преодоляни чрез прилагане на предпазителни и смекчаващи мерки, но в случая такива не се налагат, тъй като не се очаква никакво въздействие върху здравето. Ако възникне някаква реакция на раздразнение, тя ще бъде точкова, със строго локален обхват на проявление (конкретна къща в конкретно село). Препоръчително е, оптичните ефекти да бъдат включени в обхвата на наблюдението на работата на парка.

Окончателната оценка въз основа на извършената прогнозна е, че здравно-хигиенните аспекти на околната среда, няма да бъдат повлияни, тъй като въздействие върху човешкото здраве няма да има, но може да има реакция на психологическа основа с ограничен териториален обхват. Кумулативен ефект не е възможен, тъй като е физически невъзможно, оптично въздействие от вятърна турбина да се прояви на повече от 1600 м от нея.

IV. Оценка на рисковете за възникване на травми в резултат на аварийно разрушаване на части от вятърна турбина и на обледеняване на витлата

Анализът на здравно-хигиенните аспекти, свързани с реализацията на инвестиционното предложение, изисква да се вземат под внимание и възможните здравни щети, възникващи в резултат на евентуална аварийна ситуация на ветроенергийните съоръжения. Такива могат да бъдат случаите на аварийна деструкция (разрушаване) на съоръженията при ураганен вятър и/или поради скрит производствен дефект. И в двата случая опасността идва от разрушаване на витло на ротора на турбината и отлитане на фрагментите на голямо разстояние, с възможност да нарани случайно попаднал в обсега на поражението човек. Възможно е, при определени метеорологични състояния да се получи обледеняване на пропелерите и също така отхвъркване на ледени късове. Последното, обаче, е малко вероятно, защото към балансираността на тези съоръжения има много високи изисквания и в случай на обледеняване агрегатът следва да се спре, да се размрази и чак тогава да се пусне отново.

Приблизителната оценка на радиуса на отлитане ($r_{отл}$) на парчета ледени късове или на части от разрушено витло при максималните параметри на генераторите и съответно при скорост на вятъра 4 - 25 m/s може да се определи по формулата:

$$r_{отл} = H + D = 150 + 150 = 300 \text{ м}$$

От този израз следва, че парчета от разрушено витло или ледени късове могат да паднат най-вече в района около площадката на обекта, при което може да се нанесе травма на случайно или временно намиращи се на площадката лица. Тази възможност, обаче, може ефективно да се контролира чрез системата за управление, посредством която турбините е възможно да бъдат спирани при форсмажорни обстоятелства, с оглед избягване на възможни здравни щети и загуби. Освен това турбините имат автоматична система за спиране при скорости на вятъра над 25 м/сек, при които биха могли да се получат увреждания на съоръженията.

Предвид посоченото, при нормални условия на експлоатация на парка, и при спазване на препоръките за смекчаване на възможните отрицателни последици от въздействието върху компонентите на околната среда, не следва да се очакват неблагоприятни здравни ефекти за хората в най-близките населени места или за временно пребиваващите лица в близост до площадката на обекта.

Освен това, следва да се отбележи, че и „обледеняването“ от 15 години е сред изчезналите комплексни вредни въздействия, потенциално създавани от вятърни паркове. Всички съвременни вятърни турбини са снабдени със системи против обледеняване, които предотвратяват този ефект. Това са стандартни системи, а самият ефект не е вече обект на внимание в специализираната литература. Почти всички материали, които могат да се намерят на тази тема с вече с 10-годишна давност.