

**Министерство энергетики Республики Беларусь**

**ГПО «Белэнерго»**

**Научно-исследовательское и проектно-изыскательское  
республиканское унитарное предприятие  
«БЕЛЭНЕРГОСЕТЬПРОЕКТ»**

**«Строительство ветроэнергетической станции  
н.п.Бурмаки» РУП «Производственное объединение  
«Белоруснефть»**

**Архитектурный проект**

**ТОМ 7.4**


**Отчет об оценке воздействия на окружающую  
среду**

**15066-44-т7.4**

Главный инженер

  
\_\_\_\_\_ А.М.Орлов

Главный инженер проекта

  
\_\_\_\_\_ Д.Н.Буславский




Начальник СО

  
\_\_\_\_\_ А.А.Беляев

2017

## СОДЕРЖАНИЕ

Введение	4
Резюме нетехнического характера	5
2. Оценка существующего состояния окружающей среды	10
2.1 Атмосферный воздух. Климат и метеорологические условия	10
2.2 Поверхностные воды	12
2.3 Геологическая среда и подземные воды	13
2.4 Рельеф, земельные ресурсы, почвенный покров, ландшафты	15
2.5 Растительный и животный мир	18
2.6 Природно-ресурсный потенциал, природопользование, природоохранные и иные ограничения	19
2.7 Социально-экономические условия	20
3. Воздействие планируемой деятельности на окружающую среду	21
3.1 Воздействие на атмосферный воздух	22
3.2 Воздействие физических факторов	23
3.3 Воздействие на подземные и поверхностные воды	30
3.4 Воздействие на земельные ресурсы и почвенные покров	31
3.5 Воздействия отходов строительства	32
3.6 Воздействие на растительный и животный мир	34
4. Прогноз и оценка возможного изменения состояния окружающей среды	37
4.1 Прогноз и оценка уровня физического воздействия	37
4.2 Прогноз и оценка изменения земельных ресурсов и почвенного покрова	38
4.3 Прогноз и оценка изменения растительного и животного мира, лесов	39
4.4 Прогноз и оценка последствий возможных проектных и запроектных аварийных ситуаций	40
4.5 Прогноз изменения социально-экономических условий	42
5. Мероприятия по предотвращению, минимизации или компенсации негативного воздействия на окружающую среду	44
5.1 Расчет компенсационных выплат за вредное воздействие на объекты животного мира.	47
6. Техника безопасности и производственная гигиена	56
7. Программа локально мониторинга	59
8. Выводы по результатам проведения оценки воздействия	60

<b>15066-44-т7.4</b>								
Изм.	Колн.	Лист	№ док	Подпись	Дата			
					02.17			
Отчет об оценке воздействия на окружающую среду								
						Стадия	Лист	Листов
						А	2	130
						РУП «БЕЛЭНЕРГОСЕТЬПРОЕКТ»		
Зав. сектора		Шикуть			02.17			
Разработал		Гракович			02.17			

## Приложения:

Приложение А Заключение ГНПО «Научно-практический центр НАН Беларуси по биоресурсам»	63
Приложение Б Письмо РУП «БелНИЦ «Экология» от 21.07.2016 №01-14/661	64
Приложение В Отчет о научно-исследовательской работе «Оценка потенциального воздействия объектов ветроэнергетики на популяции рукокрылых» ГНПО «НПЦ НАН Беларуси по биоресурсам»	67
Приложение Г «Оценка визуального воздействия 15 ветроэнергетических установок на площадке д.Бурмаки» CUBE Engineering GmbH	83
Приложение Д Оценка шумового воздействия 15 ветроэнергетических установок на площадке д.Бурмаки» CUBE Engineering GmbH ФРГ	88
Приложение Е Оценка воздействия эффекта бросков тени 15 ветроэнергетических установок на площадке д.Бурмаки» CUBE Engineering GmbH	103
Приложение Ж Заключение №05-14/26 «О возможности размещения ветроэнергетических установок РУП «Производственное объединения «Беларусьнефть» РУП «БелГИЭ»	122
Приложение И Ситуационный план	130

## Введение

Настоящий проект выполнен на основании договора №11/2014 от 29 января 2014г., заключенного с РУП «Производственное объединение «Белоруснефть».

Проектом предусмотрено строительство ПС 110/10 кВ «Бурмаки» с подъездной дорогой, строительство 15 ветроэнергетических установок (далее – ВЭУ) с подъездными дорогами, строительство ВЛ 110 кВ, прокладка КЛ 10 кВ. Основанием для проектирования является «План мероприятий по созданию энергоустановок с РУП «Производственное объединение «Белоруснефть» на базе возобновляемых источников энергии».

Проектируемые объекты предназначены для производства и передачи электроэнергии потребителям. Выработка электроэнергии с помощью ветра, а также ее передача является сравнительно более безопасным с точки зрения экологии видом деятельности по сравнению с другими видами энергетики (ТЭС, ГЭС). Выбросы, сбросы и отходы не являются результатом технологического процесса выработки и передачи электроэнергии. В период строительства данных объектов производства и передачи электроэнергии будут оказываться следующие виды негативного воздействия: снятие растительного слоя при установке опор ВЛ 110 кВ и прокладке кабельных линий 10 кВ, установке ВЭУ и строительстве подстанции с подъездной дорогой, а также вырубка лесов и древесно-кустарниковой растительности, не входящей в состав гослесфонда при строительстве ПС 110 кВ «Бурмаки», ВЛ 110 кВ и установки ВЭУ №14 и №15, прокладке КЛ 10 кВ. Также для объектов передачи электроэнергии характерны факторы физического воздействия (электромагнитное излучение, акустическое воздействие от оборудования подстанций). ВЭУ оказывают шумовое воздействие.

Согласно п.1.2 статьи 7 Закона РБ от 18.07.2016 №399- 3 «О государственной экологической экспертизе, стратегической экологической оценке и оценке воздействия на окружающую среду» данный объект требует проведения оценки воздействия на окружающую среду.

						№ 15066-44-т7.4	Лист
							4
Изм.	Колич.	Лист	№ док.	Подп.	Дата		



## Резюме нетехнического характера

Проект «Строительство ветроэнергетической станции н.п.Бурмаки РУП «Производственное объединение «Белоруснефть» реализуется в соответствии с п.3 протокола Совета Министров Республики Беларусь от 25 августа 2015 г. № 03/42 пр.

Ветроэнергетика – отрасль энергетики, специализирующаяся на преобразовании кинетической энергии воздушных масс в атмосфере в электрическую, механическую, тепловую или в любую другую форму энергии, удобную для использования в народном хозяйстве.

Энергию ветра относят к возобновляемым видам энергии, так как она является следствием активности Солнца и вызвана циркуляционным перемещением воздушных масс, в связи с неравномерностью нагрева земной поверхности. Также существует множество причин местного масштаба вызывающих ветер, свойственный определенным районам земного шара. К таким причинам относятся: разница нагрева суши и воды, общая циркуляция атмосферы над горными массивами и т.д.

Ветроэнергетика является бурно развивающейся отраслью. К началу 2015 года общая установленная мощность всех ветрогенераторов составила 369 гигаватт. В 2014 году количество электрической энергии, произведённой всеми ветрогенераторами мира, составило 706 тераватт-часов (3 % всей произведённой человечеством электрической энергии). Некоторые страны особенно интенсивно развивают ветроэнергетику, в частности, на 2014 год в Дании с помощью ветрогенераторов производится 39 % всего электричества; в Португалии — 27 %; в Никарагуа — 21 %; в Испании — 20 %; Ирландии — 19 %; в Германии — 8 %; в ЕС — 7,5 %. В 2014 году 85 стран мира использовали ветроэнергетику на коммерческой основе. По итогам 2014 года в ветроэнергетике занято более 800 000 человек во всем мире (в том числе 356 000 в Китае и 138 000 в Германии).

На этом фоне будущее сырьевых и энергетических рынков формируется под сильным влиянием двух факторов. Во-первых, стоимость производства электричества с помощью возобновляемых источников энергии (ВИЭ) снижается и уже сравнялась со стоимостью его выработки углеводородной генерацией. Во-вторых, распространенное убеждение в антропогенном характере глобального потепления в сочетании с острыми экологическими проблемами стимулирует принятие решений, направленных на ограничение использования ископаемых энергоресурсов.

Актуальные отраслевые экономико-статистические исследования подтверждают рыночную конкурентоспособность ВИЭ. Опубликованный в сентябре 2014 г. «Анализ приведенной стоимости энергии» инвестиционного банка Lazard показывает, что самым дешевым способом производства электроэнергии на сегодня обладает материковая ветроэнергетика. Приведенная стоимость производства электричества составляет здесь, по расчетам банка, \$37–81/МВт ч, в то время как для газовой генерации – 61–87/МВт ч, а угольной – \$66–151/МВт ч.

						№ 15066-44-т7.4		Лист
								5
Изм.	Колич.	Лист	№ док.	Подп.	Дата			

Это означает одно: производство электричества на основе ВИЭ становится конкурентоспособным по цене, а с точки зрения инжиниринга и логистики его создать быстрее и проще. Поэтому выбывающие мощности будут замещаться ВИЭ-электростанциями. Этот тренд очевиден уже сейчас. В 2014 г. в ЕС 79% введенных новых генерирующих мощностей относились к возобновляемой энергетике (в 2013 г. – 72%), а если учесть выбытие отработавших свое электростанций, весь чистый прирост генерации был обеспечен исключительно ВИЭ.

В ЕС уже установлена цель по сокращению к 2050 г. выбросов парниковых газов на 80–95% от уровня 1990 г., что предполагает почти полный отказ от сжигания углеводородов за счет развития альтернативных видов энергетики и транспорта, а также кардинальное повышение энергоэффективности. Китай сокращает потребление угля и выбросы парниковых газов. В марте были названы новые цели по развитию ВИЭ до 2020 г.: довести установленную мощность в ветроэнергетике до 200 ГВт, в солнечной – до 100 ГВт. Индия декларирует планы по достижению солнечной энергетикой 25%-ной доли в мощностях электроэнергетики к 2022 г. Норвежский государственный пенсионный фонд, крупнейший суверенный фонд в мире, вышел из угольных активов, ссылаясь на регулятивные риски в связи глобальным потеплением. Банк Англии выпустил предупреждение об «огромных финансовых рисках» вложений в ископаемое топливо.

Согласно национальной программы развития местных и возобновляемых источников на 2011 – 2015 гг. на территории Республики Беларусь выявлено 1840 площадок, на которых можно разместить ветроустановки (ВЭУ). Общий энергетический потенциал при этом оценивается в 1600 МВт мощности. Среднегодовая скорость фонового ветра колеблется от 3 до 4 м/с на высоте 10-12 метров. В настоящий момент на территории РБ действует 45 ветроустановок суммарной мощностью 33,5 МВт. ВЭУ действуют в Гродненской, Минской, Витебской, Могилевской областях. Самая крупная ветроэнергетическая станция в Беларуси действует в Новогрудском районе, ее мощность составляет 9 МВт.

В данном проекте рассматриваются соответствующие социально-бытовые аспекты и вопросы охраны окружающей среды, связанные с реализацией проекта по строительству ветроэнергетической станции в Воложинском районе Минской области на соответствие применимым стандартам группы IFC EHS Guidelines for Wind Energy Всемирного банка.

Проект реализуется на территории Воложинского района Минской области в районе д.Бурмаки.

Проектируемые площадки ветроэнергетических установок (ВЭУ) расположены вблизи следующих населенных пунктов: д. Бурмаки (Воложинский сельсовет), д. Брильки (Воложинский сельсовет), д. Кибути (Воложинский сельсовет), д. Межейки (Дорский сельсовет), д. Полисковщина (Дорский сельсовет) и д. Лесники (Дорский сельсовет).

При разработке проекта рассматривались следующие экологические проблемы, характерные для строительства, эксплуатации и вывода из эксплуатации объектов ветроэнергетики.

- Воздействие на рельеф (ландшафт) и визуальное воздействие;
- Шумовое воздействие;

- Воздействие на биологическое разнообразие;
- Мерцание тени;
- Воздействие на земельные ресурсы и геологическую среду;
- Воздействие на поверхностные и подземные воды.

С учетом критериев, установленных в Добавлении I и Добавлении III к Конвенции об оценке воздействия на окружающую среду в трансграничном контексте, воздействие планируемой деятельности в данном случае не будет иметь трансграничного характера.

Альтернативные варианты размещения данного объекта не рассматривались ввиду требований к рельефу и ветровой нагрузки, которая наиболее благоприятна на данной территории расположенной на Минской возвышенности.

Реализация данного проекта позволит получить экологически чистый энергоисточник, работающий на базе возобновляемого источника энергии, срок службы которого составит 20 лет.

						№ 15066-44-т7.4	Лист
Изм.	Колич.	Лист	№ док.	Подп.	Дата		7

## 1. Общая характеристика планируемой деятельности

Ветроэнергетическая станция РУП «Производственное объединение «Белоруснефть» – одна из самых крупных, разрешенных к реализации, среди аналогичных объектов ВИЭ в стране. Объемы производства электрической энергии объекта предприятия включены в индикатор «Отношение объема производства (добычи) первичной энергии из возобновляемых источников энергии к валовому потреблению ТЭР» Концепции энергетической безопасности Республики Беларусь, утвержденной постановлением Совета Министров Республики Беларусь от 23 декабря 2015 г. № 1084.

Проектируемый объект территориально располагается в Воложинском районе Минской области.

Подключение генерирующей мощности намечаемого ветропарка в н.п. Бурмаки выполняется к сети 110 кВ сложившегося энергоузла.

Энергоузел включает в себя ПС 110 кВ Воложин, Копачи, Ивенец и ряд подстанций 35 кВ, питающихся от них. Основным питанием по сети 110 кВ рассматриваемого энергоузла является ВЛ 110 кВ Молодечно – Воложин с ответвлением на ПС 110 кВ Копачи. Данная ВЛ 110 кВ выполнена проводом АС150.

Существующие ситуационный план и электрическая схема энергоузла приведены на рисунках 2.33 и 2.34.

От ПС 110 кВ Воложин запитаны потребители районного центра г.Воложин. Резервирование данных потребителей осуществляется по сети 35 кВ от ПС 110 кВ Ивенец и ЗСПВ. На подстанции установлен один трансформатор 110/35/10 кВ мощностью 16 МВА (Т1) и два трансформатора 35/10 кВ мощностью по 4 МВА каждый (Т2 и Т3). В цепи Т1 на стороне 110 кВ установлен отделитель-короткозамыкатель.

От ПС 110 кВ Копачи запитаны сельскохозяйственные и другие потребители прилегающего района. Резервирование данных потребителей осуществляется по сети 35 кВ от ПС 110 кВ ЗСПВ. На подстанции установлен один трансформатор 110/35/10 кВ мощностью 10 МВА (Т1) и один трансформатор 35/10 кВ мощностью 1,6 МВА (Т2). В цепи Т1 на стороне 110 кВ установлен отделитель-короткозамыкатель.

Отчетная и перспективная суммарная нагрузка энергоузла составляет 7,3 МВт и 10,6 МВт соответственно.

За расчетный срок принят 2020г.

Для выдачи мощности ветропарка с суммарной установленной мощностью 45 МВт (15 ветроэлектрических установок - ВЭУ единичной мощностью по 3 МВт каждая) работой предусмотрено следующее электросетевое строительство:

- сооружение ПС 110 кВ Бурмаки открытого типа с установкой двух трансформаторов напряжением 110/10 кВ мощностью по 25 МВА каждый.

- РУ 110 кВ Бурмаки выполняется по схеме №110-4Н «два блока с выключателями и неавтоматической перемычкой со стороны линий». В нормальном режиме неавтоматическая перемычка замкнута (замкнуты два разъединителя 110 кВ).

Изм.	Колич.	Лист	№ док.	Подп.	Дата

№ 15066-44-т7.4

Лист

8

- ЗРУ 10 кВ проектируется по схеме «одна одиночная, секционированная, система шин». Для повышения уровня электробезопасности, ограничения перенапряжений при перемежающихся замыканиях на землю и повышения чувствительности работы релейной защиты проектом предусматривается работа сети 10 кВ в режиме заземления нейтрали через резистор. Резисторы устанавливаются на двух секциях 10 кВ ПС 110 кВ Бурмаки.

- сооружение ответвления на ПС 110 кВ Бурмаки от ВЛ 110 кВ Молодечно – Воложин в одноцепном исполнении длиной 0,6 км сечением АС150;

В нормальном режиме при максимальной ветровой нагрузке, трансформатор Т2 будет работать с перегрузкой на 6 % выше номинальной мощности. Это связано с подключением семи ВЭУ к первой секции 10 кВ (генерация  $7 \times 3 = 21$  МВт) и восьми ВЭУ ко второй секции 10 кВ (генерация  $8 \times 3 = 24$  МВт). Учитывая, что максимальная ветровая нагрузка не будет постоянной в течение суток, данная перегрузка трансформатора является допустимой.

Выдача мощности ветропарка предусматривается по одной ВЛ 110 кВ. Данная схема потребует минимальных капиталовложений, но при аварийном отключении единственной ВЛ 110 кВ или выводе ее в плановый ремонт выдача мощности ветропарка прекращается на период отключения линии.

Производится прокладка КЛ 10 кВ от ПС 110 кВ Бурмаки к каждой ветроустановке. Суммарная длина КЛ 10 кВ составляет 64,1 км.

Также выполняется строительство ответвления на ПС 110 кВ Бурмаки от ВЛ 110 кВ Молодечно – Воложин в одноцепном исполнении длиной 0,6 км.

						№ 15066-44-т7.4	Лист
							9
Изм.	Колич.	Лист	№ док.	Подп.	Дата		

## 2. Оценка существующего состояния окружающей среды

### 2.1 Атмосферный воздух. Климат и метеорологические условия

В настоящее время климат рассматривается как природный ресурс. Из-за неполного учета климатической информации велики потери в сельском хозяйстве, энергетике, строительстве. Для реализации планов по строительству ветроэнергетических установок климатические характеристики являются определяющим фактором с точки зрения обеспечения ресурсами.

Воложинский район расположен на северо-западе Минской области, 38,6% территории района расположено на Минской возвышенности, рельеф холмистый.

Климат Воложинского района, как и всей Беларуси – умеренно-континентальный. В последние десятилетия отмечается уменьшение континентальности климата, что связано с потеплением в зимнее время года. Для него характерны существенные температурные различия между летом и зимой.

Основные климатообразующие факторы:

- расположение территории республики в умеренных широтах;
- отсутствие орографических преград, преобладание равнинного рельефа;
- относительное удаление от Атлантического океана.

Преобладание в Беларуси равнин и отсутствие крупных возвышенностей облегчает поступление морских воздушных масс с Атлантики, и континентальных – с востока и северо-востока. Первые приносят зимой частые оттепели и снегопады, летом с ними приходит прохладная дождливая погода. Вторые нередко служат причиной усиления зимних морозов и летней жары. Однако благодаря воздействию морских воздушных масс длительная жара и засуха – такое же редкое явление, как и продолжительные устойчивые морозы зимой, частые смены погоды происходят во все времена года.

Территория района входит в Ошмянско-Минско-Свенцянский агроклиматический пояс. Зимний период с устойчивыми отрицательными температурами начинается в среднем с первых чисел декабря. Наблюдается частое чередование влажных и теплых масс Атлантического происхождения, и холодных континентальных воздушных образований, что формирует неустойчивый характер зимних периодов.

Согласно климатическому районированию [СНБ 2.04.02-2000 Строительная климатология] рассматриваемая территория находится во втором климатическом районе (подрайон IIB).

Основные характеристики регионального климата на участках прохождения трассы ВЛ 330 кВ приводятся по данным наблюдений ближайшей метеостанции Воложин.

Метеостанция находится на расстоянии от 80 до 6 км от прохождения трассы ВЛ 330 кВ.

Основные метеорологические показатели по метеостанции:

- Абсолютная высота метеостанции Воложин – 227 м.

Температура, °C:

- Среднегодовая температура составляет +5,5 °C

Изм.	Колич.	Лист	№ док.	Подп.	Дата

№ 15066-44-т7.4

Лист

10

- Средняя температура самого холодного месяца -6,7 °С
- Средняя температура самого теплого месяца +17,5 °С
- Абсолютный максимум +35 °С
- Абсолютный минимум -34 °С
- Температура самой холодной пятидневки -25 °С
- Температура самых холодных суток -27 °С

Ветер, м/сек:

- Средняя годовая скорость ветра – 4,0 м/сек
- Максимальная скорость ветра с повторяемостью 1 раз в 25 лет на высоте 10 м – 26 м/сек
- Наибольшая скорость ветра за период наблюдений – 30 м/сек
- Преобладающее направление ветра – западное

Осадки:

- Годовое количество осадков – 659 мм
- Количество осадков, приходящихся на теплый период – 69%
- Дата появления снежного покрова – 15.11
- Дата образования устойчивого снежного покрова – 12.12
- Дата разрушения устойчивого снежного покрова – 24.03
- Продолжительность снежного покрова – 110 дней
- Дата схода снежного покрова – 08.04
- Средняя декадная высота снежного покрова – 24 см

Промерзание (данные за 10 лет):

- Начало устойчивого промерзания – 11.12
- Средняя глубина промерзания в конце зимы – 44 см
- Средняя глубина промерзания за каждый год из наибольших – 50 см
- Наибольшая глубина промерзания – 93 см

Глубина промерзания, см (многолетние данные):

Суглинки и глины – 99 см

Супеси, пески мелкие и пылеватые – 121 см

Пески гравелистые крупные и средние – 129 см

Крупнообломочные грунты – 147 см

Гололед:

- Количество дней с гололедом – 16
- Количество дней с изморозью – 22
- Максимальная толщина стенки эквивалентного гололеда для провода диаметром 10 мм, подвешенного на высоту 10 м с повторяемостью 1 раз в 25 лет – 20 мм

- Район – 3

- Температура при гололеде -5 °С

- Преобладающее направление ветра при гололеде – юго-восточный

Грозы:

- Дата первой грозы – январь
- Число дней в году – 29
- Продолжительность в часах – 87
- Дата последней грозы – октябрь

## 2.2 Поверхностные воды

По гидрологическому районированию территория строительства ПС Бурмаки, площадок ВЭУ, строительства ВЛ 110 кВ и КЛ 10 кВ относится Неманскому гидрологическому району.

Длина реки Неман от истока до устья 914км, в пределах Беларуси от истока до впадения р.Черная Ганьча – 431 км. Общая площадь водосбора 98200км<sup>2</sup>, в пределах республики (до р.Черная Ганьча) – 34610км<sup>2</sup>. Основные притоки: правые – р.Усса (длина 115км), р.Сула (длина 76км), р.Уса (длина 75км), р.Березина (длина 182км), р.Гавья (длина 87км), р.Дитва (длина 93км), р.Лебеда (длина 67км), р.Котра (длина 107км); левые – р.Лоша (длина 45км), р.Уша (длина 105км), р.Сервечь (длина 63км), р.Молчадь (длина 98км), р.Щара (длина 300км), р.Зельвянка (длина 170км), р.Россь (длина 80км), р.Свислочь (длина 110км). В бассейне Немана имеется множество мелких озёр. Озерность достигает 2,5%. Питание смешанное с преобладанием снегового, в низовьях – дождевого. Среднегодовой расход воды – 678м<sup>3</sup>/с. Весеннее половодье с середины марта до конца мая; летом межень, прерываемая дождевыми паводками, более характерными для осени и зимы. В устье в межень существенна роль сгонов и нагонов воды ветром. Осенний ледоход с конца ноября по декабрь. Замерзает обычно в декабре, но зимой возможно временное вскрытие и ледоход. Вскрывается в конце марта, иногда в феврале или апреле. Водораздел хорошо выражен, имеет сложные очертания, в южной и восточной частях проходит по возвышенности Белорусской, а в северной – по Ошмянской грядам, отделяя соответственно бассейны рек Днепра и Вилии.

Земельный участок, где планируется размещение проектируемого объекта расположен в пределах водосборной площади р. Воложинка. Рельеф местности холмисто-грядовый, пересеченный, полузакрытый. Преобладающие абсолютные высоты 230-280м. Пониженные участки обычно заболочены.

От ближайших ВЭУ №4, 5, 8 минимальное расстояние до р. Воложинка составляет 1-1,5 км.

						№ 15066-44-т7.4	Лист
Изм.	Колич.	Лист	№ док.	Подп.	Дата		12



## 2.3 Геологическая среда и подземные воды

Территория Беларуси расположена на западе древней Восточно-Европейской платформы. Геологическое строение таких платформ двухъярусное. Здесь на кристаллическом фундаменте, сложенном метаморфическими и магматическими породами и имеющем архейско-раннепротерозойский возраст, залегает платформенный чехол. Последний почти целиком состоит из осадочных пород, которые в ряде районов прорываются магматическими образованиями или переслаиваются с ними. Глубина залегания кристаллического фундамента на территории Беларуси изменяется от нескольких десятков метров до 5-6 км, а на самом юге страны в пределах Украинского кристаллического щита породы фундамента выходят на поверхность. По вещественному составу в фундаменте Беларуси выделены три гранулитовые, две гранитогнейсовые и одна вулканоплутоническая геоструктурные области. Это Белорусско-Прибалтийский гранулитовый пояс, Брагинский и Витебский гранулитовые массивы, Центрально-Белорусская (Смолевичско-Дрогичинская) и Восточно-Литовская (Инчукалнская) гранитогнейсовые зоны, Осницко-Микашевичский вулканоплутонический пояс. Центрально-Белорусская (Смолевичско-Дрогичинская) гранитогнейсовая зона шириной от 60 до 110 км протягивается через центральную часть Беларуси в северо-восточном направлении более чем на 600 км от границы между Восточно-Европейской и Западно-Европейской платформами (линия Тейссейра-Торнквиста) до широты Полоцка. По глубине залегания кристаллического фундамента (мощности чехла) на территории Беларуси выделяются обширная положительная структура (Белорусская антеклиз), три крупные отрицательные структуры (Припятский прогиб, Подляско-Брестская и Оршанская впадины) и четыре структуры с глубиной залегания фундамента, промежуточной между отрицательными и положительными структурами (Латвийская, Полесская, Жлобинская и Брагинско-Лоевская седловины).

Кроме того, на территорию Беларуси небольшими участками заходят Украинский кристаллический щит, Балтийская синеклиза, Воронежская антеклиза, Волынская моноклиналь Волыно-Подольской впадины и Луковско-Ратновский горст.

Согласно карте тектонического районирования, Воложинский район относится к Белорусской антеклизе. Белорусская антеклиза охватывает центральные, западные и северо-западные районы Беларуси, смежные территории Польши, Литвы и Латвии и занимает площадь 300 x 220 км. Абсолютные отметки залегания фундамента наибольшей части антеклизы не превышают -500 м, а в наиболее приподнятой части достигают +103 м. Платформенный чехол антеклизы маломощный, сложен породами разного возраста. Здесь залегают позднепротерозойские, раннепалеозойские, девонские, пермские, мезозойские и кайнозойские отложения. Наиболее приподнятой частью Белорусской антеклизы является Бобовнянский выступ, вытянутый в субширотном направлении от Новогрудка до Копыля.

В геологическом строении территории Воложинского района, где планируется реализация проектных решений, участвуют геологические отложения:

Изм.	Коллич.	Лист	№ док.	Подп.	Дата

№ 15066-44-т7.4

Лист

13

Поозерский горизонт.

Лёссовидные образования проблематического происхождения (*prlllpz*) образования, представленные супесями пластичной консистенции желто-серого, красно-бурого цвета, с тонкими (до 0.2 м) прослойками песка. Вскрытая мощность отложений 0,6 – 2,7 м.

Озерно-аллювиальные (*l,alllpz*) отложения, представленные супесями пластичной и суглинками полутвердой, тугопластичной и мягкопластичной консистенции желто-серого, серого и темно-серого цвета, с тонкими (до 0.2 м) прослойками песка водонасыщенного. Вскрытая мощность отложений до 6.2 м.

Сожский горизонт

Моренные отложения (*gllsž*) представлены супесями твердой и пластичной консистенции красно-бурого цвета с включениями гальки и гравия до 10-20%, с частыми тонкими (до 0,2 м) прослойками песка, суглинками красно-бурого цвета, твердой, полутвердой и тугопластичной консистенции, с включениями гальки и гравия до 10-20%, с частыми тонкими (до 0,2 м) прослойками песка. Песками пылеватыми, мелкими, средними и крупными серого, красно-бурого цветов, находящимися в маловлажном и влажном состоянии, с тонкими (до 0,2 м) глинистыми прослоями. В песках встречаются включения гальки и гравия. Максимальная вскрытая мощность отложений 19,9 м.

Согласно письму Министерства природных ресурсов и охраны окружающей среды Республики Беларусь от 03.12.2013 №03-09/2417 в районе размещения проектируемого объекта месторождения полезных ископаемых отсутствуют.

В месте реализации проектных решений грунтовые воды приурочены к пескам крупным, средним, мелким и пылеватым моренных отложений. Воды спорадического распространения приурочены к тонким прослойкам песков мощностью до 0.2 м в озёрно-аллювиальных и моренных глинистых грунтах. Грунтовые воды и воды спорадического распространения имеют гидравлическую связь с единым установившимся уровнем на глубинах 0.3 – 4.4 м.

Питание водоносного горизонта осуществляется за счёт инфильтрации атмосферных осадков.

Максимальный прогнозируемый уровень подземных вод следует ожидать на 0.4 м раз в 10 лет и на 0.7 м раз в 25 лет выше зафиксированного в период производства изысканий.

## 2.4 Рельеф, земельные ресурсы, почвенный покров, ландшафты

Согласно физико-географическому районированию Беларуси территория, на которой планируется реализация проектных решений, расположена в Белорусско-Валдайской провинции на Минской краевой ледниковой возвышенности.

Основная роль в формировании современного морфологического облика Минской возвышенности принадлежит сожскому леднику. По характеру рельефа в пределах Минской возвышенности выделяют возвышенности 2-го порядка: Ивенецкую, Воложинскую, Радошковичскую, Логойскую, Плещеницкую, Докшицкую. Рельеф возвышенности наследует основные формы рельефа ложа антропогенных отложений. В структуре Минской возвышенности выделяется Ивенецко-Минский угловой массив и Воложинско-Логойско-Докшицкий фронтальный пояс конечно-моренных гряд. Угловой массив вытянут с запада на восток. Западная часть массива более высокая, отличается крупнохолмистым рельефом, восточная постепенно снижается и выполаживается. Гряды и гряды-увалы на северо-востоке массива отклоняются к северу, на юго-восточной окраине – к югу, разделены широкими ложбинами, озёровидными расширениями и плоскими низинами, нередко сильно заболоченными. Фронтальный пояс создан тремя полосами гряд и гряд-уvalов. Распространены речные долины и ложбины стока талых ледниковых вод. Большинство из них унаследованы современной гидрографической сетью и выработанными речными долинами. К межгрядовым депрессиям, ложбинам стока, склонам гряд приурочены камы, камовые массивы, озы и озовые гряды.

Поверхность территории в месте реализации проектных решений крупнохолмистая, высота местности в абсолютных точках колеблется от 229 м до 282 м.

Территория Беларуси на основе данных о почвах и природных климатических условиях их формирования была разделена на Северную, Центральную и Южную почвенные провинции, которые делятся на 7 почвенно-климатических округов, 20 агропочвенных районов и 12 подрайонов (в составе 5 районов). Названия провинций и округов соответствуют их географическому положению, районов и подрайонов – названиям районных центров республики и преобладающих почв.

Рассматриваемый регион расположен в границах Центральной Белорусской провинции, которая занимает территорию 88,3 тыс. км<sup>2</sup>, что составляет 42,7% территории республики. Эта провинция располагается в пяти областях:

Брестской, Гомельской, Гродненской, Минской и Могилевской. Центральная провинция в геоморфологическом отношении охватывает Ошмянскую и Минскую возвышенности; Прибутскую, Лидскую, Барановичскую, Центрально-Березинскую, Чечерскую равнины; Средне- и Верхне-Неманскую низины. Почвенный покров провинции сложен и многообразен как по особенностям строения почвообразующих и подстилающих пород, так и по проявлению почвообразовательного процесса. Здесь формируются дерново-подзолистые, дерновые почвы автоморфного и полугидроморфного водного питания, также широко развиты почвы гидроморфные – торфяно-болотные и пойменные. Несмотря на целостность территории провинции в отдельных частях ее имеются свои специфические особенности рельефа, почв, климата. Поэтому Центральная провинция разделяется на три почвенных округа: западный, центральный, восточный.

Воложинский район относится к центральному почвенному округу. Этот округ занимает 21,1 тыс. км<sup>2</sup>, что составляет 10,2% территории Беларуси. Он расположен в Гродненской (9,5%), Минской (73,9%) и Могилевской (16,6%) областях. В геоморфологическом отношении Минская возвышенность – самая повышенная территория республики. Наряду с крупнохолмистыми участками и конечно-моренными грядами встречаются здесь и слабоволнистые. Почвообразующими породами в этом округе служат моренные и водно-ледниковые суглинки и супеси, местами встречаются древнеаллювиальные переотложенные пески и залежи торфа различных типов почв.

Участок строительства принадлежит к Ошмянско-Минскому району дерново-подзолистых почв, развивающихся на моренных суглинках.

На проектируемой территории преобладают почвы следующие типы почв: дерново-палево-подзолистые супесчаные и суглинистые, дерново-подзолистые суглинистые и супесчаные, дерново-подзолистые глееватые.

Показатели и материалы кадастровой оценки земель являются важной основой эффективного использования потенциала земельных ресурсов. Для объективной оценки условий сельскохозяйственного производства, его потенциала оцениваются: плодородие почв по внутренним свойствам и агроклиматическим показателям, технологические свойства почв и рабочих участков, влияющих на стоимость выращивания продукции земледелия, а также затраты на транспортные расходы, на складирование (использование), реализацию сельскохозяйственной продукции и доставки средств производства.

Для решения различных задач по организации эффективного производства и управлению на всех уровнях от земельных участков до хозяйств, районов и др., необходимо иметь универсальную совокупность показателей характеристики и оценки земель.

Сельскохозяйственные земли районов Минской области по общему баллу кадастровой оценки подразделяются на четыре группы:

- I – лучшие – более 35 баллов;
- II – хорошие – 30-35 баллов;
- III – средние – 25-30 баллов;
- IV – ниже среднего – 20-25 баллов.

Балл кадастровой оценки сельскохозяйственных земель в месте реализации проектных решений составляет от 21,9 до 45 баллов в зависимости от земельного участка, на которых будут размещаться ВЭУ.

На данной территории распространены подтаежные (смешанно-лесные) холмисто-моренно-эрозионные ландшафты дренированные с широколиственно-еловыми лесами на дерново-подзолистых, реже – дерново-палево-подзолистых почвах сформировались в краевой зоне сожского ледника и характеризуются значительными абсолютными высотами. Для этих ландшафтов характерны дерново-подзолистые супесчано-суглинистые почвы, а также дерново-палево-подзолистые почвы, сформировавшиеся на лессовидных породах. Данная территория хорошо освоена, распаханность составляет 30-50 %, леса занимают – 15-35 % ее поверхности.

Изм.	Колич.	Лист	№ док.	Подп.	Дата

**№ 15066-44-т7.4**

Лист

16

Реализация проектных решений планируется на территории Воложинского района на землях СООО «Данпрод», ОАО «Агро-Дубинское» и ГЛХУ «Воложинский опытный лесхоз», РУП «Минскэнерго» и РУП «Минскавтодор-Центр».

						№ 15066-44-т7.4	Лист
Изм.	Колич.	Лист	№ док.	Подп.	Дата		17

## 2.5 Растительный и животный мир

Согласно геоботаническому районированию, район расположен в пределах подзоны дубово-темнохвойных лесов (подзона широколиственно-еловых лесов), Ошмяно-Минскому геоботаническому округу, Минско-Борисовскому району.

Лесные земли принадлежат ГОЛХУ «Воложинский опытный лесхоз». Выполнение строительных работ планируется на лесных землях в кварталах №37 и №46 Воложинского лесничества ГОЛХУ «Воложинский опытный лесхоз». Леса относятся к 2 группе защитности, бонитет лесов 1, 2, типы лесов орляковый, кисличный, приручейно-травяной, возраст лесов колеблется в пределах 8 – 75 лет. Основные лесообразующие породы: сосна обыкновенная, ель европейская, береза бородавчатая, осина обыкновенная.

Естественная луговая растительность практически отсутствует ввиду высокой интенсивности ведения сельского хозяйства, вследствие чего практически все пригодные для ведения сельского хозяйства земли распаханы. Довольно широко распространена в зоне строительства сеgetальная растительность на сельскохозяйственных землях (действующие пашни, пастбища, сенокосы на сеяных лугах и т.д.). Также распространены искусственные зеленые насаждения в виде садов и придорожных защитных полос.

Из животных на территориях покрытых лесом могут встретиться лось, косуля, олень благородный, кабан, белка, тетерев и др.

Из животных, на территориях, прилегающих к трассе КЛ 10 кВ и ВЭУ №№1-15, могут встретиться следующие виды характерные для проживания на сельскохозяйственных землях: мышевидные грызуны, зайцы-русаки, кроты, серые куропатки, чибисы, жаворонки и др.

Согласно договору № 105 от 19 сентября 2016 г. «Оценка потенциального воздействия объектов ветроэнергетики в районе н.п. Бурмаки» с РУП «ПО «Беларусьнефть», специалистами ГНПО «Научно-практический центр НАН Беларуси по биоресурсам» выполнено обследование территории размещения объекта на наличие рукокрылых и путей их миграции. На основании обследования составлен отчет «Оценка потенциального воздействия объектов ветроэнергетики в районе н.п. Бурмаки на популяцию рукокрылых» выполненного ГНПО «Научно-практический центр НАН Беларуси по биоресурсам». В настоящее время на территории Беларуси зарегистрировано 19 видов рукокрылых. В соответствии с ареалогическими данными, на территории изучаемого региона (Воложинский район) может потенциально обитать 14 видов рукокрылых, из которых 10 являются оседлыми и 5 зимующими.

						№ 15066-44-т7.4	Лист
Изм.	Колич.	Лист	№ док.	Подп.	Дата		18

## 2.6 Природно-ресурсный потенциал, природопользование, природоохранные и иные ограничения

К природным территориям, подлежащим особой охране, в соответствии со статьей 62 Закона Республики Беларусь «Об охране окружающей среды», относятся природные объекты, имеющие особое природоохранное, научное, историко-культурное, эстетическое, рекреационное, оздоровительное и иное значение. Для охраны таких природных объектов устанавливается особый правовой режим, в том числе объявляются особо охраняемые природные территории. К особо охраняемым природным территориям относятся заповедники, национальные парки, заказники и памятники природы.

Несмотря на высокую степень освоенности, на территории Воложинского района в слабо трансформированных природных ландшафтах сохранились редкие и уникальные природные комплексы, представляющие природоохранную, рекреационную и культурно-познавательную ценность, которые в том числе расположены на особо охраняемых природных территориях (ООПТ).

Ближайшей к месту реализации проектных решений особо охраняемой природной территорией является Республиканский ландшафтный заказник «Налибокский», который располагается на расстоянии 15 км на юго-запад от места строительства. Ландшафтный заказник «Налибокский» создан для сохранения в естественном состоянии крупного лесного массива и мест произрастания растений и обитания животных занесенных в Красную книгу Республики Беларусь.

В виду того, что ландшафтный заказник расположен на значительном расстоянии от проектируемого объекта влияние на него, при реализации проекта, не будет оказываться.

Согласно письма РУП «БелНИЦ «Экология» от 21.07.2016 №01-14/661 в месте размещения проектируемого объекта отсутствуют места произрастания растений и места обитания животных, занесенных в Красную книгу Республики Беларусь, а также и пути миграции птиц (Приложение Б).

Изм.	Колич.	Лист	№ док.	Подп.	Дата

№ 15066-44-т7.4

Лист

19

## 2.7 Социально-экономические условия

В экономике Воложинского района ведущее место принадлежит сельскому хозяйству. Общая земельная площадь района 88,8 тысяч гектаров, земли сельскохозяйственного пользования занимают 76,7 тысячи гектаров, пашня – 56,1 тысяч гектаров. Балл плодородия сельскохозяйственных угодий – 29, пашни – 31,3.

В состав агропромышленного комплекса района входят 15 сельскохозяйственных организаций:

- 1 сельскохозяйственный производственный кооператив,
- 4 коммунальные сельскохозяйственные унитарные предприятия,
- 6 открытых акционерных обществ,
- 3 организации-инвесторы
- 1 совместное общество с ограниченной ответственностью;

2 обслуживающие сельское хозяйство организации:

- ОАО «Воложинская райагропромтехника»,
- ОАО «Воложинское агропромэнерго»,

2 перерабатывающие организации:

- ОАО «Воложинский льнокомбинат»
- Воложинский филиал «Молодечненского молочного комбината».

Важнейшая задача сельхозорганизаций – активное внедрение новых технологий, реконструкция и модернизация производственных помещений, строительство животноводческих комплексов. Это позволит производить конкурентоспособную, экологически безопасную сельскохозяйственную продукцию.

Численность поголовья крупного рогатого скота в общественном секторе по состоянию на 1.01 2015 года составляет 35,7 тыс. голов, в том числе коров молочного стада - 11,9 тыс. голов, свиней – 34,5 тыс. голов.

В сельскохозяйственном производстве занято 2382 человека.

На 100 гектаров сельскохозяйственных угодий приходится 47 голов КРС, в том числе 16 коров, 62 головы свиней – на 100 га пашни. Нагрузка сельскохозяйственных угодий на 1 среднегодового работника составляет 32 гектара, пашни – 23,5 гектара.

Организации района специализируются на производстве: зерна (27 % всей валовой продукции сельского хозяйства), молока (26 %), мяса (17 %), сахарной свеклы (5,4 %), рапса (5,5 %). Производством льна (0,8 % валовой продукции) занимается ОАО «Воложинский льнокомбинат».

В структуре сельскохозяйственной отрасли на долю продукции животноводства приходится 46 процентов, растениеводства - 54 %.

Промышленность района на 01 января 2016 года представлена 5-ю организациями, в том числе: одна подчинена республиканским органам государственного управления – СП «Ивкон» ОАО; местным исполнительным и распорядительным органам – четыре (ОАО «Ивенецкий завод художественной керамики»; ОАО «Воложинская райагропромтехника»; РУП «Воложинский жилкоммунхоз»; ОАО «Воложинский льнокомбинат»).

Изм.	Колич.	Лист	№ док.	Подп.	Дата

№ 15066-44-т7.4

Лист

20



### 3. Воздействие планируемой деятельности на окружающую среду

Проектируемые объекты ветроэнергетики и инфраструктура к ним окажут следующее воздействие на окружающую среду.

При выполнении работ строительству:

- Воздействие на земельные ресурсы путем изъятия земель из сельскохозяйственного и лесного производства и перевода в земли энергетики;
- Воздействие на поверхностные и подземные воды;
- Воздействие шума при выполнении строительно-монтажных работ и движения транспортных средств;
- Воздействие на объекты растительного мира при проведении подготовительных работ связанных с вырубкой лесов для строительства проектируемых объектов;
- Воздействие на окружающую среду образованием строительных отходов;
- Воздействие на объекты животного мира путем изменения среды их обитания связанной с вырубкой лесов.

При эксплуатации:

- Воздействие на рельеф (ландшафт) и визуальное воздействие;
- Мерцание тени;
- Шумовое воздействие при работе ВЭУ и силовых трансформаторов новой подстанции;
- Воздействие электромагнитного излучения от ВЛ 110 кВ;
- Воздействие на популяции птиц и рукокрылых;
- Воздействие на пути миграции птиц и рукокрылых.

Изм.	Колич.	Лист	№ док.	Подп.	Дата

**№ 15066-44-т7.4**

Лист

21

### 3.1 Воздействие на атмосферный воздух

На территории Воложинского района планируется установка 15 ВЭУ для выработки электроэнергии, а также строительство ПС 110/10 кВ «Бурмаки» и КЛ 10 кВ для передачи и распределения вырабатываемой электроэнергии. ВЛ 110 кВ строится для подключения проектируемой подстанции к существующим электрическим сетям на случай отключения ВЭУ.

Проектируемая подстанция является источником факторов физического воздействия (электромагнитное излучение и шумовое воздействие), ВЭУ являются источниками шумового воздействия.

При работе в нормативном режиме оборудование ПС «Бурмаки» и ВЭУ не являются источниками выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух.

В связи с отсутствием стационарных источников выбросов загрязнения атмосферного воздуха при эксплуатации ВЛ 110 кВ и ПС 110/10 кВ Бурмаки, ВЭУ отсутствует необходимость в разработке мероприятий по охране атмосферного воздуха.

						№ 15066-44-т7.4	Лист
							22
Изм.	Колич.	Лист	№ док.	Подп.	Дата		

### 3.2 Воздействие физических факторов

Размещаемые в районе д.Бурмаки 15 ВЭУ, а также ПС 110/10 кВ «Бурмаки», ВЛ 110 кВ и КЛ 10 кВ являются единой инфраструктурой предназначенной для выработки, передачи и распределения электроэнергии.

Площадка ПС 110/10 кВ «Бурмаки» находится в 470 м от ближайшего населенного пункта (д.Кибути Воложинского сельсовета). Трассы проектируемых ВЛ 110 кВ и КЛ 10 кВ проходят вне границ населенных пунктов. проектируемые ВЛ и ПС во время эксплуатации вредного физического воздействия оказывать не будут.

Расчет оценки шумового воздействия ветроэнергетическими установками планируемой ветроэнергетической станции выполнила компания CUBE Engineering GmbH аккредитованная в соответствии с DIN EN ISO/IEC 17025:2005 для подготовки прогнозов шумовой эмиссии, помимо решения прочих задач.

Для выбора чувствительных к воздействию шума участков было проведено исследование территории с использованием карт и аэроснимков.

В соответствии с «Санитарными нормами, правилами и гигиеническими нормативами «Шум на рабочих местах, в транспортных средствах, в помещениях жилых, общественных зданий и на территории жилой застройки» Республики Беларусь самое низкое допустимое ограничение уровня воздействия шума для ветровых электростанций составляет 45 дБ(А) для жилых зданий в ночное время.

Расчет шумовой эмиссии от всех ветроэнергетических установок на чувствительных к воздействию шума участках была рассчитана в соответствии с ISO 9612-2 «Акустика. Затухание звука при распространении на открытом воздухе. Часть 2. Общий метод расчета».

Результаты расчета шумовой эмиссии для трех моделей ВЭУ планируемой ветроэнергетической станции представлены в таблице 1 и на картах изофонов ниже.

Таблица 1

Допустимый уровень эмиссии и рассчитанное воздействие шума. Чувствительный к воздействию шума участок	Чувствительный к воздействию шума участок	Допустимая ночная эмиссия [дБ(А)]	Полученный уровень воздействия шума с Vestas V112 [дБ(А)]	Полученный уровень воздействия шума с Vensys 112 [дБ(А)]	Полученный уровень воздействия шума с Nordex N117 [дБ(А)]
A	Жилая зона I	45	36,8	35,9	35,3
B	Жилая зона I	45	36,0	35,2	34,5
C	Открытая зона	45	39,3	38,4	37,8
D	Открытая зона	45	42,8	41,8	41,3
E	Жилая зона II	45	44,8	43,6	43,3

F	Открытая зона	45	43,6	42,5	42,1
G	Открытая зона	45	40,6	39,7	39,2
H	Жилая зона III	45	44,8	43,8	43,3
I	Жилая зона III	45	43,4	42,4	41,9
J	Жилая зона III	45	44,9	43,9	43,4
K	Жилая зона III	45	44,8	43,8	43,3
L	Открытая зона	45	46,1	45,0	44,6
M	Жилая зона IV	45	44,8	43,7	43,3
N	Жилая зона IV	45	42,2	41,2	40,7
O	Жилая зона V	45	42,2	41,2	40,7
P	Жилая зона V	45	38,6	37,5	37,1
Q	Жилая зона VI	45	37,6	36,8	36,1
R	Жилая зона VII	45	43,6	42,6	42,1
S	Жилая зона VIII	45	41,0	40,1	39,6
T	Жилая зона IX	45	44,3	43,3	42,9
U	Открытая зона	45	44,4	43,3	42,9
V	Жилая зона IX	45	43,0	42,1	41,6

По результатам выполненного моделирования с помощью специального программного обеспечения, разработанного для проектов ветроэнергетических установок, воздействие шума соответствует нормативным уровням национального стандарта почти на всех чувствительных к воздействию шума участках.

На чувствительном к воздействию шума участке L только вариант Vestas V112 вызывает превышение около 1,1Дб(А). Рекомендуется для данного варианта ограничить в ночное время работу ветроэнергетических установок оказывающих влияние на чувствительный участок L.

В целом, ветроэнергетическая станция во время эксплуатации не будет оказывать никаких существенных шумовых воздействий.

Строительно-монтажные работы могут привести к воздействию шума вследствие работы оборудования и движения транспортных средств. Строительные

работы будут проходить в дневное время, и строительный шум будет носить временный характер. Определенное воздействие от строительного шума будет оказываться в определенных районах на восток от г. Воложин в окрестностях населенных пунктов Бурмаки, Батуры, Сугвозды, Лесники, которые расположены ближе к месту реализации проектных решений. Движение транспорта и работа строительной техники в основном будет осуществляться за пределами населенных пунктов и будет носить кратковременный характер (только на период строительства). В этих условиях ожидается, что соответствующие действующие национальные нормы для шума в жилых районах будут в допустимых пределах.

Детальная информация о шумовом влиянии изложена в отчете компании CUBE Engineering GmbH «Оценка шумового воздействия 15 ветроэнергетических установок на площадке д.Бурмаки» выполненного в 2014 г. (Приложение Д).

В соответствии с руководством Международной финансовой корпорации (IFC «Стандарты деятельности по обеспечению экологической и социальной устойчивости» необходимо выполнение оценки воздействия мерцания (бросков) тени от проектируемых ВЭУ.

Расчет оценки воздействия мерцания (бросков) тени на жилые здания ветроэнергетическими установками планируемой ветроэнергетической станции выполнила компания CUBE Engineering GmbH аккредитованная в соответствии с DIN EN ISO/IEC 17025:2005 для выполнения оценки бросков тени.

Любой движущийся объект, который возникает между смотрящим и источником света может вызвать эффект мерцания. Ветровые турбины, как и любые другие высокие структуры, будут отбрасывать тень на соседнюю территорию, когда есть солнце.

Потенциальное воздействие мерцания тени на жилые здания было смоделировано с помощью специального программного обеспечения, разработанного для проектов ветроэнергетических установок. Данные о рельефе местности, а также информация о соответствующих теневых точках были получены на основании карт и спутниковых снимков.

Расчет зоны мерцания тени согласно процедурам был проведен для 53 теневых точек в зоне планируемой ветряной электростанции на территории д. Бурмаки. Были рассмотрены 15 новых ВЭУ и три различных типа ВЭУ (Vestas V112, Vensys 112 и Nordex N117). По каждой ВЭУ была рассчитана отдельная зона мерцания тени в соответствии с размерами лопастей. Основываясь на этом, также рассчитывалось общее время мерцания тени по всем ВЭУ согласно данным, полученным в теневых точках. Расчет времени мерцания тени для рассматриваемых ВЭУ приведен в таблице 2.

Таблица 2

Максимально превышенное время бросков тени (по астрономическим данным)

Регистр	Наименование	Макс. ч/год – Vestas V112	Макс. ч/день – Vestas V112	Макс. ч/год – Vensys 112	Макс. ч/день – Vensys 112	Макс. ч/год – Nordex N117	Макс. ч/день – Nordex N117
B	Жилая зона I	27:28	0:27	23:47	0:27	29:19	0:28
C	Открытая зона	0:00	0:00	0:00	0:00	0:57	0:08
D	Открытая зона	<b>67:35</b>	<b>0:40</b>	<b>58:08</b>	<b>0:40</b>	<b>72:16</b>	<b>0:41</b>
E	Жилая зона II	<b>85:20</b>	<b>1:11</b>	<b>61:42</b>	<b>1:03</b>	<b>83:58</b>	<b>1:11</b>
F	Открытая зона	26:31	0:27	<b>45:52</b>	<b>0:38</b>	28:32	0:28
G	Открытая зона	19:39	0:25	19:17	0:25	21:22	0:25
H	Жилая зона III	<b>99:32</b>	<b>1:15</b>	<b>67:14</b>	<b>1:04</b>	<b>98:31</b>	<b>1:19</b>
I	Жилая зона III	<b>70:29</b>	<b>0:52</b>	<b>49:44</b>	<b>0:51</b>	<b>70:16</b>	<b>0:53</b>
J	Жилая зона III	<b>92:01</b>	<b>1:02</b>	<b>114:15</b>	<b>1:02</b>	<b>98:15</b>	<b>1:05</b>
K	Жилая зона III	<b>110:52</b>	<b>0:50</b>	<b>117:42</b>	<b>0:41</b>	<b>111:52</b>	<b>0:53</b>
L	Открытая зона	<b>69:53</b>	<b>1:22</b>	<b>70:20</b>	<b>1:24</b>	<b>70:20</b>	<b>1:26</b>
M	Жилая зона IV	<b>48:57</b>	<b>0:40</b>	<b>31:22</b>	<b>0:29</b>	<b>49:30</b>	<b>0:43</b>
N	Жилая зона IV	<b>41:49</b>	<b>0:52</b>	<b>48:40</b>	<b>0:51</b>	<b>45:26</b>	<b>0:54</b>
O	Жилая зона V	<b>54:40</b>	<b>0:42</b>	<b>63:54</b>	<b>0:42</b>	<b>53:41</b>	<b>0:44</b>
Q	Жилая зона VI	<b>30:43</b>	<b>0:27</b>	<b>29:22</b>	<b>0:28</b>	<b>33:03</b>	<b>0:29</b>
R	Жилая зона VII	<b>17:54</b>	<b>0:31</b>	<b>17:59</b>	<b>0:31</b>	<b>19:44</b>	<b>0:32</b>
S	Жилая зона VIII	<b>37:25</b>	<b>0:30</b>	<b>33:17</b>	<b>0:30</b>	<b>41:58</b>	<b>0:32</b>
T	Жилая зона III	<b>53:42</b>	<b>0:43</b>	<b>46:17</b>	<b>0:39</b>	<b>51:50</b>	<b>0:45</b>
U	Открытая зона	<b>78:58</b>	<b>0:43</b>	<b>70:16</b>	<b>0:43</b>	<b>87:20</b>	<b>0:44</b>

V	Жилая зона IX	61:03	0:36	52:08	0:36	67:01	0:38
W	Жилая зона III	125:27	0:51	122:38	0:47	130:32	0:56
X	Жилая зона III	124:16	0:43	98:50	0:43	129:55	0:45
Y	Жилая зона IV	37:46	0:28	35:37	0:28	41:09	0:29
Z	Жилая зона IV	38:50	0:27	51:40	0:42	43:40	0:29
AA	Жилая зона IV	59:10	0:39	75:01	0:35	57:10	0:33
AB	Жилая зона IV	34:14	0:25	42:36	0:36	36:28	0:26
AC	Жилая зона IV	34:40	0:21	38:54	0:21	37:13	0:22
AD	Жилая зона V	51:28	0:36	49:49	0:36	54:43	0:37
AE	Жилая зона V	30:36	0:28	33:39	0:27	27:40	0:29
AF	Жилая зона X	32:32	0:28	29:51	0:29	34:29	0:30
AG	Жилая зона VIII	30:42	0:29	29:09	0:29	32:43	0:30
AH	Жилая зона XI	21:34	0:33	4:50	0:17	24:10	0:35
AI	Жилая зона VIII	38:21	0:29	30:10	0:29	41:11	0:30
AJ	Жилая зона VIII	38:21	0:26	34:27	0:27	41:11	0:27
AK	Жилая зона VIII	31:53	0:27	34:07	0:28	34:46	0:28
AL	Жилая зона IV	23:31	0:24	31:49	0:30	19:50	0:26
AM	Жилая зона VIII	38:50	0:31	44:56	0:31	42:23	0:32
AN	Жилая зона VIII	39:50	0:26	30:23	0:27	43:12	0:27
AO	Жилая зона VIII	44:29	0:26	39:38	0:26	47:46	0:27
AP	Жилая зона VIII	41:31	0:29	40:19	0:30	44:51	0:30
AQ	Жилая зона IX	74:32	0:39	64:17	0:39	69:04	0:41
AR	Жилая зона IX	106:11	0:47	107:09	0:47	100:04	0:49
AS	Жилая зона IX	56:05	0:33	63:09	0:36	60:21	0:35

Изм.	Колич.	Лист	№ док.	Подп.	Дата

№ 15066-44-т7.4

Лист

27

AT	Жилая зона IX	35:23	0:24	35:02	0:25	33:07	0:25
AU	Жилая зона IX	37:09	0:28	30:56	0:28	38:59	0:29
AV	Жилая зона V	25:45	0:27	29:34	0:27	27:13	0:29
AW	Жилая зона IX	33:15	0:31	33:44	0:31	35:56	0:32
AX	Жилая зона IX	42:53	0:25	30:39	0:25	43:07	0:26
AY	Жилая зона IX	33:58	0:25	36:31	0:26	32:03	0:25
AZ	Жилая зона VII	24:07	0:31	19:00	0:31	26:36	0:33
BA	Жилая зона III	68:05	1:02	35:41	0:32	70:43	1:06
BB	Жилая зона III	81:43	0:34	53:28	0:34	89:26	0:35
BC	Жилая зона II	56:29	1:01	32:00	0:49	47:57	0:49

Максимально допустимые нормы с учетом астрономических данных для бросков тени (при условии, что солнце светит постоянно, турбины работают в непрерывном режиме, направление ветра совпадает с направлением солнечного луча) составляют 30 часов бросков тени в год и 30 минут бросков тени в день.

Учитывая полученное в результате расчетов превышение показателей, рекомендуется установить систему автоматического отключения в ВЭУ № 01- № 06, ВЭУ № 08 и ВЭУ №10 - №13.

Система автоматического отключения эффекта мерцания тени отключает ВЭУ, освещаемую солнцем (при попадании прямых солнечных лучей на горизонтальную поверхность  $> 120 \text{ Вт/м}^2$ ), в момент превышения показателей мерцания для одной из точек эмиссии. Рекомендуется систему отключения мерцания тени оснастить датчиком освещения. Если система отключения эффекта мерцания тени не оснащена датчиком освещения, ВЭУ будет отключаться каждый раз, когда датчик будет регистрировать превышенные показатели мерцания тени (в том числе и в пасмурную погоду, когда нет фактического мерцания тени).

При использовании систем, оснащенных датчиком освещения (турбина отключается, когда светит солнце), модули отключения мерцания тени, необходимо программировать, таким образом, чтобы получить не более 8 часов фактического мерцания в год, согласно одному из датчиков (допустимая эмиссия).

При выполнении вышеуказанных рекомендаций эффект теневого мерцания можно рассматривать как не имеющий существенного воздействия.

Детальная информация о влиянии бросков тени изложена в отчете компании CUBE Engineering GmbH «Оценка воздействия эффекта бросков тени 15 ветроэнергетических установок на площадке д.Бурмаки» выполненного в 2014 г. (Приложение Е).

Изм.	Колич.	Лист	№ док.	Подп.	Дата

**№ 15066-44-т7.4**

Лист

28



В соответствии с руководством Международной финансовой корпорации (IFC «Стандарты деятельности по обеспечению экологической и социальной устойчивости» необходимо выполнение оценки визуального воздействия от проектируемых ВЭУ.

Территория под ветроэнергетическую станцию находится в Воложинском районе Минской области вблизи н.п. Бурмаки на открытой, слегка холмистой высокой равнине с диапазоном высот от 230 до 280 м над уровнем моря. Плато граничит с широкой мелкой долиной реки Березина с высотой около 170 м над уровнем моря на севере и большими плавнями реки Неман с ее притоками высотой около 150–160 м над уровнем моря на юге. Большая часть земель, предлагаемых для ветроэнергетической станции, находится в сельскохозяйственном использовании с небольшими лесами и деревнями.

При планировании ветроэнергетической станции проводилось определение зон, таких, как города, где размещать установки запрещено, известных также как запретные зоны для ветроэнергетических установок. Для большинства таких зон предусматривается наличие буферных зон вокруг них. Определение запретных зон для ВУ осуществлялось на основе картографического материала карты, аэроснимков и общедоступных планов городов которые позволяли рассмотреть всю область исследования.

По результатам оценки примерно четверть исследуемой области (круг радиусом 5 км) не подпадает под визуальное воздействие планируемого проекта. Для планируемых ветроэнергетических установок области визуального воздействия находятся в основном на востоке, юге и западной части области исследования. Это преимущественно сельскохозяйственные угодья и жилые зоны. Окна в квартирах домов затрагиваемых жилых зон не выходят на планируемую ветроэнергетическую станцию или же вид на планируемую ветроэнергетическую станцию закрывают деревья или здания, так что прямой обзор ветроэнергетической станции невозможен.

Детальная информация о влиянии визуального воздействия от проектируемого объекта изложена в отчете компании CUBE Engineering GmbH «Оценка визуального воздействия 15 ветроэнергетических установок на площадке д.Бурмаки» выполненного в 2014 г. (Приложение Г).

Согласно «Правил эксплуатации воздушных линий напряжением более 1000 вольт» для ВЛ 110 кВ предусматривается охранный зона 20 м в обе стороны от проекции крайних проводов, в которой существуют ограничения по застройке и посадке древесно-кустарниковой растительности.

### 3.3 Воздействие на подземные и поверхностные воды

Проектируемый объект располагается за пределами прибрежных полос и водоохранных зон водных объектов. Трассы проектируемых ВЛ 110 кВ и КЛ 10 кВ не пересекают водные объекты. Проектируемый объект не будет оказывать влияние на водные объекты в Воложинском районе.

Проектируемая ПС Бурмаки является необслуживаемой, строительство водопровода и канализации на ПС проектом не предусмотрено. При эксплуатации ПС Бурмаки, ВЭУ, ВЛ 110 кВ сбросов загрязняющих веществ в поверхностные и подземные воды не производится.

На случай аварии силовых трансформаторов связанной с утечкой трансформаторного масла, на ПС «Бурмаки» предусматривается устройство сети аварийных маслоотводов и аварийного маслосборника объемом 30 м<sup>3</sup>.

Талые и дождевые воды с площадки подстанции частично впитываются проектируемым газоном.

Во время эксплуатации реконструируемая ВЛ 110 кВ, КЛ 110 кВ, ВЭУ, ПС Бурмаки не будет производить сбросов загрязняющих веществ в поверхностные воды, поэтому необходимость в разработке мероприятий по охране поверхностных и подземных вод отсутствует.

						№ 15066-44-т7.4	Лист
							30
Изм.	Колич.	Лист	№ док.	Подп.	Дата		

### 3.4 Воздействие на земельные ресурсы и почвенные покров

Отвод земель под строительство объекта осуществляется согласно актов выбора земельных участков. Реализация проектных решений планируется на землях СООО «Данпрод», ОАО «Агро-Дубинское» и ГЛХУ «Воложинский опытный лесхоз», РУП «Минскэнерго» и РУП «Минскавтодор-Центр».

На период строительства ВЭУ на сельхозземлях оборудуются временные подъездные дороги с грунтовым покрытием для подвозки стройматериалов, оборудования и движения строительной техники.

При производстве работ по строительству подстанции, площадок для ВЭУ и подъездных дорог к ним будет производиться снятие плодородного слоя почвы. Мероприятия по обращению с плодородным слоем почвы отражены в разделе 4.2 ОВОС.

						№ 15066-44-т7.4	Лист
Изм.	Колич.	Лист	№ док.	Подп.	Дата		31

### 3.5 Воздействия отходов строительства

При строительстве объекта в результате вырубки лесов и древесно-кустарниковой растительности на подготовительном этапе, строительства подстанции, подъездной дороги к ней, захода ВЛ 110 кВ образуются следующие строительные отходы, представленные в таблице № 3

Таблица 3

Наименование отхода	Код	Класс опасности	Объем образующихся отходов, тонн	Движение отходов
1	2	3	4	5
асфальтобетон от разборки асфальтовых покрытий	3141004	неопасные	0,9	Дробятся мобильной установкой
Провод алюминиевый	3530412	неопасные	0,4	Переработка на РПУП «Белцветмет»
Провод стальной незагрязненный, потерявший потребительские свойства	3511007	неопасные	0,15	Сдается на РПУП «Минсквормет»
Отходы корчевания пней	1730300	неопасные	55	По ширине просеки производится срезка (фрезеровка) пней на глубину 0,2 м, полученная щепа (мульча) перемешивается с землей по трассе ВЛ, что будет предотвращать водную эрозию почвы и производится корчевка пней с последующим перемещением в траншеи в охранной зоне ВЛ с последующим уплотнением пней и засыпкой траншей

Изм.	Колич.	Лист	№ док.	Подп.	Дата

№ 15066-44-т7.4

Лист

32

Наименование отхода	Код	Класс опасности	Объем образующихся отходов, тонн	Движение отходов
1	2	3	4	5
Сучья, ветки, вершины	1730200	неопасные	36	Частично дробятся на щепу с равномерной разброской в охранной зоне ВЛ для перегнивания, либо производится перемещение в траншеи в охранной зоне ВЛ с последующим уплотнением порубочных остатков и засыпкой траншей,
Деревянная невозвратная тара из натуральной древесины	1720101	4-й	0,4	Сдается на ПУП «Вторичный щебень» на переработку
Лента стальная	3511004	неопасные	0,02	Сдается на РПУП «Минсквтормет»

Изм.	Колич.	Лист	№ док.	Подп.	Дата

**№ 15066-44-т7.4**

Лист

33

### 3.6 Воздействие на растительный и животный мир

Площадка ПС Бурмаки и новая ВЛ 110 кВ расположена на лесных землях в квартале №37 Воложинского лесничества ГОЛХУ «Воложинский опытный лесхоз», площадки ВЭУ №№ 14-15 расположена на лесных землях в квартале №46 Воложинского лесничества ГОЛХУ «Воложинский опытный лесхоз». Леса относятся к 2 группе защитности, бонитет лесов 1, 2, типы лесов орляковый, кисличный, приручейно-травяной, возраст лесов колеблется в пределах 8 – 75 лет.

Также будет производиться вырубка древесно-кустарниковой растительности на землях СООО «Данпрод» на общей площади 0,37 га.

В границах строительства трасс ВЛ 110 кВ, КЛ 10 кВ, ПС «Бурмаки», площадок ВЭУ популяции редких и охраняемых видов растений, беспозвоночных, рыб и птиц включенных в Красную книгу Республики Беларусь, не выявлены.

#### Оценка воздействия на популяцию рукокрылых.

В настоящее время на территории Беларуси зарегистрировано 19 видов рукокрылых (Shpak A. National report of Belarus for EUROBATS, 2014 [http://www.eurobats.org/sites/default/files/documents/pdf/National\\_Reports/nat\\_rep\\_BY\\_2014.pdf](http://www.eurobats.org/sites/default/files/documents/pdf/National_Reports/nat_rep_BY_2014.pdf)). Специальных исследований, посвященных видовому составу рукокрылых Воложинского района не проводилось, однако, опираясь на ареалогические данные, на территории изучаемого региона может потенциально обитать 14 видов рукокрылых, из которых 10 являются оседлыми и 5 зимующими (Табл. 3). При этом, 6 видов имеют различные категории национальной природоохранной значимости; все виды внесены в список МСОП (IUCN), однако имеют низкие категории природоохранной значимости (LC, NT) Доминантными видами, предположительно, являются *Plecotus auritus*, *Nyctalus noctula*, *Pipistrellus pygmaeus*, *Eptesicus serotinus*, *Vespertilio murinus*.

Таблица 4 – Видовой состав рукокрылых Воложинского района, их миграционный и охранный статус, согласно литературным данным.

№	Вид рукокрылых	Миграционный статус (О-оседлый, М-мигрант)	Национальный природоохранный статус	Международный природоохранный статус (IUCN, ver. 3.1)
1	Прудовая ночница <i>Myotis dasycneme</i>	О	II (EN)	NT
2	Водяная ночница <i>Myotis daubentonii</i>	О	-	LC
3	Ночница Наттера <i>Myotis nattereri</i>	О	III (VU)	LC
4	Усатая ночница <i>Myotis mystacinus</i>	О	III (VU)	LC
5	Ночница Брандта <i>Myotis brandtii</i>	О	III (VU)	LC

6	Бурый ушан <i>Plecotus auritus</i>	O	-	LC
7	Рыжая вечерница <i>Nyctalus noctula</i>	O,M	-	LC
8	Малая вечерница <i>Nyctalus leisleri</i>	M	III (VU)	LC
9	Нетопырь карлик <i>Pipistrellus pipistrellus</i>	M	-	LC
10	Малый нетопырь <i>Pipistrellus pygmaeus</i>	M	-	LC
11	Лесной нетопырь <i>Pipistrellus nathusii</i>	M	-	LC
12	Северный кожанок <i>Eptesicus nilssonii</i>	O	IV (NT)	LC
13	Поздний кожан <i>Eptesicus serotinus</i>	O	-	LC
14	Двухцветный кожан <i>Vespertilio murinus</i>	O	-	LC

#### Миграционные пути и экологические коридоры.

Характер перемещения рукокрылых по территории предполагает движение вдоль линейных элементов ландшафта (лесные опушки, лесополосы, аллеи) к местам водопоя и охоты с избеганием, в большинстве случаев, открытых пространств. Анализ местности показал крайне малую ее значимость как для перелета, так и для фуражировки.

Обычно, высокий процент гибели рукокрылых в районах размещения ВЭУ отмечается в периоды весенних и осенних миграций, когда зверьки могут лететь большими скоплениями на значительной высоте. Мониторинг с использованием ультразвуковых детекторов зафиксировал полное отсутствие миграционной активности рукокрылых в районе планируемой постройки комплекса ВЭУ.

#### Убежища

Летучие мыши не строят себе гнезд, а поселяются исключительно либо в, различного рода, древесных убежищах, либо используют постройки человека. Уничтожение таких убежищ, либо беспокойство животных (главным образом самок, образующих материнские колонии) может фатальным образом повлиять на популяцию в регионе в целом. ВЭУ не оказывают непосредственного влияния на убежища, однако разрушают экологические коридоры, ведущие к местам охоты, что может способствовать гибели колонии.

В результате картографического и полевого анализа местности мы не обнаружили потенциальных мест размещения значительных материнских колоний в районе потенциального размещения ВЭУ и его окрестностях.

Площадка 1. (д.Бурмаки) В результате анализа картографических и литературных материалов, а также натурного обследования, мы полагаем, что территория предполагаемой постройки комплекса ВЭУ имеет крайне малое значение для локальных популяций рукокрылых, поскольку на ней отсутствуют

экологические коридоры, потенциальные места убежищ и продуктивные охотничьи биотопы. В ходе полевых работ миграционных потоков рукокрылых в период исследования в регионе не отмечено, кроме того, сведения о них отсутствуют в литературных источниках. Учитывая технические характеристики ВЭУ мы можем прогнозировать смертность рукокрылых на уровне 2-3 ос./год на весь комплекс ВЭУ.

Согласно критериям, предложенным Соглашением о охране европейских популяций рукокрылых (EUROBATS), для детальной оценки влияния уже построенных ВЭУ на популяции рукокрылых и точного определения смертности, мы рекомендуем провести посткоструктивный мониторинг гибели рукокрылых в течение 3-5 лет после ввода обоих комплексов ВЭУ в эксплуатацию.

Более подробно материал изложен в отчете ГНПО "Научно-практический центр НАН Беларуси по биоресурсам" (Приложение В).

Опоры ЛЭП привлекают многие виды птиц для гнездования, а также используются птицами в качестве присад для отдыха или во время охоты. Высоковольтные линии могут быть причиной гибели птиц, поэтому были разработаны мероприятия по установке птичьих заградителей. ВЛ 110 кВ имеет хоть и протяженную, но довольно узкую полосу влияния, а птицы являются подвижными объектами и свободно могут избегать негативного воздействия электромагнитных излучений. Частота столкновений птиц с опорами и самой линией электропередач на ВЛ, проходящих через лесные массивы, значительно снижается из-за менее высоких скоростей пролета, чем на открытых пространствах. Таким образом, предполагаемая хозяйственная деятельность не окажет негативного влияния на их общую численность птиц и не нарушит пути их сезонной миграции.



#### 4. Прогноз и оценка возможного изменения состояния окружающей среды

##### 4.1 Прогноз и оценка уровня физического воздействия

Проектируемые трассы ВЛ 110 кВ, КЛ 10 кВ обходят существующие населенные пункты расположенные на территории Воложинского района, что позволит избежать влияния электромагнитного излучения на жилую застройку и население.

Для ВЛ 110 кВ предусматривается охранный зона 20 м в обе стороны от проекции крайних проводов, в которой существуют ограничения по застройке и посадке древесно-кустарниковой растительности.

Площадка ПС 110/10 кВ «Бурмаки» находится на расстоянии в 470 м от ближайшего населенного пункта, вследствие чего негативного влияния электромагнитного излучения и шумового воздействия на население оказываться не будет.

Расчет уровней шума, создаваемого проектируемыми ВЭУ произведен CUBE Engineering GmbH.

По результатам выполненного моделирования с помощью специального программного обеспечения, разработанного для проектов ветроэнергетических установок, воздействие шума соответствует нормативным уровням национального стандарта почти на всех чувствительных к воздействию шума участках.

В целом, ветроэнергетическая станция во время эксплуатации, прогнозируемые уровни шума, на границе жилой зоны не превышают допустимые звука в соответствии с санитарными нормами, правилами и гигиеническими нормативами «Шум на рабочих местах, в транспортных средствах, в помещениях жилых, общественных зданий и на территории жилой застройки», утвержденными постановлением Министерства здравоохранения Республики Беларусь от 16,11,2011 № 115.

Для ПС Бурмаки (согласно подстанции-аналогу – ПС «Присно» в Могилевском районе) размер санитарно-защитной зоны составит 35 метров от ограждения подстанции.

#### 4.2 Прогноз и оценка изменения земельных ресурсов и почвенного покрова

Объект строительства размещается на землях СООО «Данпрод», ОАО «Агро-Дубинское» и ГЛХУ «Воложинский опытный лесхоз», РУП «Минскэнерго» и РУП «Минскавтодор-Центр». Общая площадь отводимого участка, согласно актов выбора земельного участка, составляет 23,7209 га, из них земли сельскохозяйственного назначения – 18,9513 га, лесные земли – 4,6938 га, земли транспорта, энергетики и др. – 0,0758 га.

Отводимые под строительство объекта в постоянное пользование лесные и сельскохозяйственные земли будут переводиться в категорию земель энергетики.

Проектируемые ВЛ110 кВ, КЛ 10 кВ не приведут к изменению существующего рельефа. На проектируемой ПС 110/10 кВ «Бурмаки», площадках ВЭУ будет проведена вертикальная планировка площадки подстанции и подъездных дорог к ней.

При производстве работ по строительству подстанции, площадок для ВЭУ и подъездных дорог к ним будет производиться снятие плодородного слоя почвы в общем объеме 3470 м<sup>3</sup>. Плодородный слой почвы в объеме 2978 м<sup>3</sup> используется для благоустройства территории ПС «Бурмаки», трасс КЛ 10 кВ, а также для укрепления откосов ВЭУ и подъездной дороги к подстанции. Излишки плодородного слоя почвы используются для улучшения малопродуктивных земель СООО «Данпрод» и ОАО «Агро-Дубинское».

На время строительства снятый плодородный слой почвы складировается в буртах. После завершения строительных работ плодородный слой почвы используется для укрепления откосов опор ВЛ 110 кВ и благоустройства земель нарушенных в ходе строительства.

Изм.	Колич.	Лист	№ док.	Подп.	Дата

№ 15066-44-т7.4

Лист

38

### 4.3 Прогноз и оценка изменения растительного и животного мира, лесов

Для строительства ПС Бурмаки и новой ВЛ 110 кВ будет производиться вырубка лесов в квартале №37 (выделы 43, 38, 36) Воложинского лесничества ГОЛХУ «Воложинский опытный лесхоз», под площадки ВЭУ №№ 14-15 и подъездные дороги к ним будет производиться вырубка лесов в квартале №46 (выделы 1, 2, 3) Воложинского лесничества ГОЛХУ «Воложинский опытный лесхоз». Всего для реализации проектных решений планируется вырубка лесов на общей площади 4,6938 га.

КЛ 10 кВ не создадут препятствий для миграции наземных животных и птиц. Земли, где планируется реализация проектных решений, используются в сельском хозяйстве. Поэтому видовой состав животных на данной территории беден и характерен для земель, подвергшихся антропогенному воздействию.

В связи с высокой подвижностью млекопитающих, отсутствием мест обитания видов занесенных в Красную книгу РБ строительство объекта не окажет негативного влияние на изменение видового разнообразия млекопитающих и их численность. Так же строительство не создаст препятствий на путях их миграции птиц и животных.

Высоковольтные линии могут быть причиной гибели птиц, поэтому в проекте были разработаны мероприятия по установке птичьих заградителей на опоры ВЛ 110 кВ в виде установки на опорах металлические птичьи заградители типа ПЗ-2 и пластиковые птичьи заградители типа УОП-Т.

Реализация проектных решений частично окажет негативное влияние на объекты животного мира за счет вырубки лесов и изменения кормовой базы и мест обитания ряда видов животных.

В проекте произведен расчет компенсационных выплат за вредное воздействие на объекты животного мира и (или) их среду обитания при проведении строительных работ связанных с удалением растительности на лесных землях в соответствии с постановлением Совмина от 31.08.2011 №1158.

В результате выполнения работ по договору № 105 от 19 сентября 2016 г. «Оценка потенциального воздействия объектов ветроэнергетики в районе н.п. Бурмаки и н.п. Лужище на популяции рукокрылых» было установлено, что территория предполагаемой постройки комплекса ВЭУ (Площадка 1, район н.п. Бурмаки) имеет крайне малое значение для локальных популяций рукокрылых, поскольку на ней отсутствуют экологические коридоры, потенциальные места убежищ и продуктивные охотничьи биотопы. В ходе полевых работ миграционных потоков рукокрылых в период исследования в регионе не отмечено, кроме того, сведения о них отсутствуют в литературных источниках. Учитывая технические характеристики ВЭУ прогнозируется смертность рукокрылых на уровне 2-3 ос./год на весь комплекс ВЭУ.

#### 4.4 Прогноз и оценка последствий возможных проектных и запроектных аварийных ситуаций

Определенную опасность в местах установки ВЭУ для населения и обслуживающего персонала представляет разбрасывание лопастей, также льда в холодные период года.

Выход из строя лопасти винта может привести к «разбрасыванию» лопасти ротора или ее части, что может представлять опасность. Общий риск разбрасывания лопастей чрезвычайно низкий.

Если на лопастях происходит обледенение, что бывает при определенных погодных условиях в осенне-зимний период, то куски льда могут разбрасываться с ротора во время работы, или падать с него, когда турбина находится в режиме ожидания.

Учитывая вышеуказанные факторы, турбины были размещены на безопасном расстоянии к прилегающим населенным пунктам для обеспечения безопасности в случае разбрасывания льда или выхода из строя лопасти.

Стратегии по управлению рисками разбрасывания лопастей включают следующее:

- обеспечение безопасного расстояния между турбинами и населенными территориями. Минимальное расстояние составляет 1,5 х высота турбины (башня + радиус ротора), хотя моделирование показывает, что теоретическое расстояние разбрасывания лопастей может изменяться в зависимости от размера, формы, веса и скорости вращения лопастей, а также от высоты турбины. По этой причине рекомендуется поддерживать минимальное расстояние к чувствительным жилищным объектам, чтобы соответствовать ограничениям по шумовому загрязнению и мерцанию тени с целью обеспечения дополнительной защиты;

- свести к минимуму вероятность выхода из строя лопасти путем выбора ветровых турбин, которые прошли независимую проверку/сертификацию конструкции (например, IEC 61400-1), а также контроля качества производства;

- убедиться в том, что системы защиты от молнии правильно установлены и поддерживаются в рабочем состоянии;

- проводить периодические осмотры лопастей и ремонт каких-либо дефектов, которые могут повлиять на целостность лопасти;

- оснастить ветровые турбины датчиками вибрации, которые реагируют на любой дисбаланс лопасти ротора и при необходимости отключить турбину.

Стратегии управления рисками разбрасывания льда включают:

- установить расстояние отступа от населенных пунктов;

- сократить работу ветряных турбин в погодных условиях, которые могут привести к обледенению;

- оснастить турбины детекторами льда и отключать турбину при наличии льда.

- установить предупредительные знаки на расстоянии не менее одного диаметра ротора от ветряной турбины во всех направлениях, если требуется работа турбины в условиях обледенения, и если они находятся в отдаленном месте с минимальной вероятностью присутствия людей.

- оснастить турбины детекторами льда для управления системами прогрева лопастей, которая предназначена для удаления льда с поверхности лопасти и поддержки производительность турбины;

- определенная отделка поверхности лезвия лопасти также влияет на эффективность систем отопления;

- разместить предупредительные знаки на входах на территорию объекта ветроэнергетики;

- убедиться в том, что рабочие процедуры включают меры предосторожности, такие как закрытие ветровых турбин до предоставления техническому персоналу доступа к площадке в условиях обледенения.

В данном проекте закупаются турбины, обеспечивающие безопасность эксплуатации в условиях холодного климата и имеющие соответствующую спецификацию для достижения надежной и продолжительной эксплуатации.

						№ 15066-44-т7.4	Лист
							41
Изм.	Колич.	Лист	№ док.	Подп.	Дата		

#### 4.5 Прогноз изменения социально-экономических условий

Определенное влияние, которое оказывают объекты ветроэнергетики на социально-экономическую сферу в районе размещения, в первую очередь связано со следующим:

- воздействие на авиацию;
- электромагнитные помехи;
- ограничение публичного доступа в места расположения объектов.

Воздействие на безопасность воздушного судна заключается в том, что кончики лопастей ветряной турбины в их самой высокой точке достигают 200 метров, и в будущем могут превысить эту высоту по мере развития технологии.

Оценку возможного влияния на воздушные суда планируемой к строительству ветроэнергетической станции в районе н.п. Бурмаки, Брильки, Межейки, Сугвозды Воложинского района Минской области выполнил Департамент по авиации Министерства транспорта и коммуникаций Республики Беларусь.

По результатам выполненной оценки Департамент по авиации Министерства транспорта и коммуникаций Республики Беларусь согласовывает размещение пятнадцати ветроэнергетических установок высотой 199,4 м расположенных в районе н.п. Бурмаки, Брильки, Межейки, Сугвозды Воложинского района Минской области. При этом ВЭУ подлежат светоограждению и дневной маркировке согласно авиационным правилам «Сертификационные требования к аэродромам гражданской авиации Республики Беларусь», утвержденным постановлением Министерства транспорта и коммуникаций Республики Беларусь от 11 июля 2012 года №34-П.

На территории, где будут реализоваться проектные решения, нет аэропортов, поэтому негативные влияния, связанные с помехами для авиарадаров не будут оказываться.

Ветроэнергетические установки могут вызвать электромагнитные помехи в работе телекоммуникационных систем.

Оценку возможного влияния ветроэнергетических установок планируемой к строительству ветроэнергетической станции на телекоммуникационные системы в районе н.п. Бурмаки, Брильки, Межейки, Сугвозды Воложинского района Минской области, а также определение условий обеспечения электромагнитной совместимости выполнило Республиканское унитарное предприятие по надзору за электросвязью «БелГИЭ» Министерства связи Республики Беларусь (Приложение Ж).

По результатам проведенных расчетов, ветроэнергетические установки на рассматриваемой территории не будут оказывать мешающего воздействия:

- на работу РЭС гражданского назначения;
- на телевизионный сигнал, в связи с вводом в 2015 г на территории Республик Беларусь цифрового вещания.

В местах размещения объектов ветроэнергетики для предотвращения несчастных случаев необходимо ограничить доступ населения. Профилактические и контрольные меры по регулированию вопросов общественного доступа включают:

- установку ворот на подъездных дорогах;
- установку ограждения площадки отдельных турбин;

- установку ограждения соответствующего стандарта вокруг подстанции и предупреждающих знаков;
- запрет доступа к лестницам башен турбин;
- размещение информационных стендов, содержащих предупреждения об опасностях для общественной безопасности и контактную информацию в случае аварийных ситуаций.

В остальном, влияние проектируемого объекта на социально-экономические условия в Воложинском районе оказываться не будет.

						№ 15066-44-т7.4	Лист
Изм.	Колич.	Лист	№ док.	Подп.	Дата		43

## 5. Мероприятия по предотвращению, минимизации или компенсации негативного воздействия на окружающую среду

На ПС Бурмаки на случай аварии силовых трансформаторов связанной с утечкой трансформаторного масла проектом предусмотрено устройство сети аварийных маслоотводов и строительство аварийного маслосборника объемом 30 м<sup>3</sup>.

Для строительства подстанции, ВЭУ и подъездных дорог в постоянное пользование изымается ПС «Ветропарк», ВЭУ с подъездными дорогами 9,0224 га;

При производстве работ по строительству подстанции, площадок для ВЭУ и подъездных дорог к ним, будет производиться снятие плодородного слоя почвы в общем объеме 3470 м<sup>3</sup>. На время строительства снятый плодородный слой почвы складировается в буртах и в объеме 2978 м<sup>3</sup> используется для благоустройства территории ПС «Бурмаки», трасс КЛ 10 кВ, а также для укрепления откосов ВЭУ и подъездной дороги к подстанции. Излишки плодородного слоя почвы в объеме 492 м<sup>3</sup> используются для улучшения малопродуктивных земель СООО «Данпрод» и ОАО «Агро-Дубинское».

После завершения строительных работ проектом предусмотрено озеленение площадки подстанции и укрепление откосов подъездной дороги к ней с нанесением плодородного слоя почвы в 15 см и посевом многолетних трав на общей площади 0,381 га.

Под строительство ПС Бурмаки и новой ВЛ 110 кВ производится вырубка лесов в квартале №37 (выделы 43, 38, 36) Воложинского лесничества ГОЛХУ «Воложинский опытный лесхоз», под площадки ВЭУ №№ 14-15 и подъездные дороги к ним будет производиться рубка лесов в квартале №46 (выделы 1, 2, 3) Воложинского лесничества ГОЛХУ «Воложинский опытный лесхоз». Всего для реализации проектных решений планируется рубка лесов на общей площади 4,6938 га с переводом лесных земель в категорию земель энергетики. За изымаемые лесные земли, согласно акта-выбора земельного участка от 09.01.2017 г., предусмотрено выплата потерь лесохозяйственного производства в сумме 0,02487935 рублей.

Для предотвращения посадки птиц и устройства ими гнезд на новых опорах ВЛ 110 кВ будут установлены металлические птичьи заградители типа ПЗ-2 и пластиковые птичьи заградители типа УОП-Т.

При эксплуатации ПС 110/10 кВ Бурмаки образуются следующие виды отходов, представленные в таблице № 5

						№ 15066-44-т7.4	Лист
Изм.	Колич.	Лист	№ док.	Подп.	Дата		44



Таблица 5

Наименование отхода	Код	Класс опасности	Объем образующихся отходов, тонн	Движение отходов
1	2	3	4	5
отходов производства, подобные отходам жизнедеятельности населения	9120400	неопасные	0,12	Складываются в контейнер и по мере накопления вывозятся на полигон ТКО для захоронения

На территории подстанции проектом предусмотрено устройство площадки для установки контейнеров для отходов.

При строительстве объекта необходимо соблюдать следующие мероприятия по снижению воздействия на окружающую среду:

- Для снижения уровня шума от транспортных средств при подвозке стройматериалов и оборудования максимально использовать транспортную инфраструктуру за пределами н.п. Бурмаки, Батуры, Сугвозды, Лесники.

- Основной задачей с точки зрения объектов ветроэнергетики является перевозка негабаритных или тяжелых компонентов ветровых турбин (лопастей, секций башни турбины, гондол и трансформаторов) и кранов на площадку. Исследование логистики, транспорта и перевозки оценивает воздействие на существующие выездные дороги, мосты, переходы через водоводы, путепроводы, радиус разворота и инженерные коммуникации, а также устанавливает необходимость замены поверхности, модернизации или переселения. С целью снижения задержки других участников дорожного движения и других возможных воздействий на местных жителей в непосредственной близости от предполагаемого маршрута, разрабатывается график поставки вне часов пик, с использованием только разрешенных подъездных дорог, с обеспечением контроля движения, чтобы остановить движение транспорта в случае необходимости (например, в узких местах), а также при необходимости обеспечиваются милицейские эскорты.

- техническое обслуживание и заправка строительных машин и оборудование будет осуществляться на специально предназначенных для этого площадках, чтобы предотвратить выбросы вредных веществ в окружающую среду;

- плодородный слой почвы будет сниматься и отдельно храниться в буртах и повторно использоваться, после завершения стадии строительства, для благоустройства земель нарушенных при строительстве;

При хранении растительного слоя, на период строительства, необходимо соблюдать следующие мероприятия:

- не допускать при снятии плодородного слоя почвы перемешивание его с подстилающими породами, а также загрязнение нефтепродуктами, промышленными и бытовыми отходами;

- хранимый в буртах растительный слой не загрязнять нефтепродуктами, промышленными, строительными и бытовыми отходами.

- излишки плодородного слоя почвы будет передаваться .

При работе на лесопокрытых землях необходимо соблюдать следующие мероприятия:

- не допускать повреждения или уничтожения деревьев и кустарников, лесных культур на землях гослесфонда за пределами отведенной лесосеки;

- не допускать повреждение или уничтожение геодезических знаков, граничных квартальных столбов и других знаков;

- соблюдать правила пожарной безопасности в лесах;

- не захламлять леса и не покрытые лесом земли в местах проведения работ строительными и бытовыми отходами;

- временное складирование стройматериалов производить на землях не покрытых лесом (охранная зона ВЛ 110 кВ) в местах отведенных согласно стройгенплана;

- запрещается разрушение нор и гнезд на территориях прилегающих к местам строительства;

- максимально использовать существующие транспортные коммуникации для подвозки стройматериалов;

При эксплуатации необходимо соблюдать следующие мероприятия по снижению воздействия на окружающую среду:

Стратегии по управлению рисками разбрасывания лопастей включают следующее:

- обеспечить безопасного расстояния между турбинами и населенными территориями, чтобы соответствовать ограничениям по уровню шума и мерцанию тени с целью обеспечения дополнительной защиты от разбрасывания лопастей;

- установить расстояние отступа от населенных пунктов в целях управления рисками разбрасывания льда, оснастить турбины детекторами льда и отключать турбину при наличии льда.

- установить предупредительные знаки на расстоянии не менее одного диаметра ротора от ветряной турбины во всех направлениях, если требуется работа турбины в условиях обледенения, и если они находятся в отдаленном месте с минимальной вероятностью присутствия людей.

- разместить предупредительные знаки на входах на территорию объекта ветроэнергетики.

Для ВЛ 110 кВ согласно «Правил эксплуатации воздушных линий напряжением более 1000 вольт» для ВЛ 110 кВ предусматривается охранная зона 20 м в обе стороны от проекции крайних проводов, в которой существуют ограничения по застройке и посадке древесно-кустарниковой растительности.

Изм.	Колич.	Лист	№ док.	Подп.	Дата

№ 15066-44-т7.4

Лист

46

## 5.1 Расчет компенсационных выплат за вредное воздействие на объекты животного мира.

Формы и величина вредного воздействия (ущерба), наносимого животному миру при строительстве ВЛ определены в соответствии с Постановлением Совета Министров «Об утверждении положения о порядке определения размера компенсационных выплат и их осуществления» 7 февраля 2008 г. N 168 (в ред. постановления Совмина от 31.08.2011 N 1158).

Согласно проекта под строительство объектов подстанции, ВЛ 110 кВ, участка КЛ 10 кВ и ВЭУ №№14-15 с подъездными дорогами будет связано с вырубкой леса, соответственно произойдет полная трансформация исходной экосистемы (кормовой базы) для животных обитающих в лесных угодьях, поэтому вся площадь полосы отвода под расширение охранной зоны принималась за зону I (зона I - зона прямого уничтожения или полного вытеснения всех объектов животного мира - соответствует территории непосредственного воздействия в процессе производства строительных работ

Согласно пп. 7,8,9 Положения размер компенсационных выплат по конкретному виду объектов животного мира рассчитывается отдельно по каждому эпицентру с учетом площади каждой зоны воздействия с последующим суммированием результатов по формуле:

$$K_{\theta} = S_{зв} \cdot K_{pz} \cdot B_{nli} \cdot (1 + K_{znp}) \cdot \Pi_{вз} \cdot K_{pc} \cdot K_{cm}$$

где  $K_{\theta}$  – компенсационные выплаты по конкретному виду (группе видов) объектов животного мира;

$S_{зв}$  – площадь зоны вредного воздействия, га (из расчета исключены земли под дорогами и иными транспортными коммуникациями).

В данном случае за площадь зоны вредного воздействия принималась площадь экосистем, которые будут подвержены видоизменению;

$K_{pz}$  – коэффициент реагирования объектов животного мира на вредное воздействие согласно приложению 2 Положения;

$B_{nli}$  – базовая (исходная или фактическая) плотность объектов животного мира, в случае беспозвоночных это биомасса, кг/га, в случае позвоночных животных это численность, особей/га;

$K_{znp}$  – коэффициент годового прироста объектов животного мира согласно приложению 3 Положения;

$\Pi_{вз}$  – продолжительность вредного воздействия, лет;

$$\Pi_{вз} = t_c + t_p + t_o$$

где  $t_c$  – продолжительность проведения строительных работ;

Расчетная продолжительность строительства составляет 12 месяцев;

$t_p$  – срок восстановления исходной численности согласно приложению 4 Положения (применяется только для I зоны – зоны прямого уничтожения);

Изм.	Колич.	Лист	№ док.	Подп.	Дата

№ 15066-44-т7.4

Лист

47

$t_o$  – нормативный срок эксплуатации (для вновь строящихся объектов)

Берется согласно постановления Министерства экономики Республики Беларусь от 30.09.2011 №161 "Об установлении нормативных сроков службы основных средств и признании утратившими силу некоторых постановлений Министерства экономики Республики Беларусь" составит:

для подстанции и КЛ 10 кВ – 25 лет;

для ВЭУ – 20 лет.

$K_{pc}$  – коэффициент, учитывающий ресурсную стоимость объектов животного мира согласно приложению 5 Положения, базовых величин;

$K_{cm}$  – коэффициент статуса территории, на которой планируется осуществление строительных работ.

Расчет компенсационных выплат за вредное воздействие на объекты животного мира представлен в таблице 1.

Период регенерации для лосей, оленей – 7 лет, кабанов, косуль – 5 лет, тетерева и глухаря – 10 лет;

Количественный и видовой состав животных взят на основании учетных данных по численности основных охотничьих видов ГОЛХУ «Воложинский опытный лесхоз»».

						№ 15066-44-т7.4	Лист
Изм.	Колич.	Лист	№ док.	Подп.	Дата		48

Таблица 6

Вид диких животных	Строительство ВЛ 110 кВ					
	Лось	Косуля	Кабан	Олень благородный	Тетерев	Глухарь
$S_{зв}, га$	1,67	1,67	1,67	1,67	1,67	1,67
$K_{рг}$	1	1	1	1	1	1
$B_{плл}, особей/га$ (кг/га)	0,0033	0,011	0,0073	0,0038	0,0006	0,0003
$K_{гпр}$	0,34	0,25	0,8	0,25	1,5	1,25
$P_{вз}, лет$	33	31	31	33	36	36
$K_{рс}$	25	5	7	14	2	3
$K_{ст}$	1	1	1	1	1	1
$K_{в}$	6,09	3,56	4,76	3,66	0,18	0,12
<b>Итого</b>	18,37					

Компенсационные выплаты за ВЛ 110 кВ составят 18,37 базовых величин.

Размер базовой величины на момент расчета - 23 рубля (с 1.01.2017 согласно Постановления Совмина от 28.11.2016 №974).

Суммарная расчетная оценка компенсационных выплат по объекту составит 422,51 рублей в текущих ценах по состоянию на 03.02.2017 г.

Таблица 7

Вид диких животных	Строительство КЛ 10 кВ					
	Лось	Косуля	Кабан	Олень благородный	Тетерев	Глухарь
$S_{зв}, га$	0,072	0,072	0,072	0,072	0,072	0,072
$K_{рг}$	1	1	1	1	1	1
$B_{плл}, особей/га$ (кг/га)	0,0033	0,011	0,0073	0,0038	0,0006	0,0003
$K_{гпр}$	0,34	0,25	0,8	0,25	1,5	1,25
$P_{вз}, лет$	33	31	31	33	36	36
$K_{рс}$	25	5	7	14	2	3
$K_{ст}$	1	1	1	1	1	1
$K_{в}$	0,26	0,15	0,2	0,16	0,08	0,01
<b>Итого</b>	0,86					

Компенсационные выплаты за КЛ 10 кВ составят 0,86 базовых величин.

Размер базовой величины на момент расчета - 23 рубля (с 1.01.2017 согласно Постановления Совмина от 28.11.2016 №974).

Суммарная расчетная оценка компенсационных выплат по объекту составит 19,78 рублей в текущих ценах по состоянию на 03.02.2017 г.

Для подстанции расположенной на лесных землях зоны вредного воздействия будут следующими:

1 зона прямого уничтожения;

$S_{зпу} = 1,2$  га (площадка ПС согласно акта выбора земельного участка)

2 зона сильного вредного воздействия;

$S_{зсв} = (120 \times 2 + 100 \times 2) \times 1000 / 10000 = 44$  га – 24,8 га (сельхозземли, земли транспорта и энергетики) = 19,2 га

3 зона умеренного вредного воздействия;

$S_{зув} = (735 \times 2 + 600 \times 2) \times 500 / 10000 = 133,5$  га – 121,8 га (сельхозземли, земли транспорта и энергетики, нас.пунктов) = 11,7 га

4 зона слабого вредного воздействия;

$S_{зслв} = (1250 \times 2 + 1060 \times 2) \times 500 / 10000 = 231$  га – 206,2 га (сельхозземли, земли транспорта и энергетики, нас.пунктов) = 24,8 га

Таблица 8

ПС 110 кВ Бурмаки						
Объект жив.мира	Лось	Косуля	Олень благородный	Кабан	Глухарь	Тетерев
Зона воздействия 1						
$S_{зв}, га$	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2
$K_{рг}$	1	1	1	1	1	1
$B_{пл}, ос/га$ (кг/га)	0,0033	0,011	0,0038	0,0073	0,0003	0,0006
$K_{гпр}$	0,34	0,25	0,25	0,8	1,25	1,5
$P_{вз}, лет$	33	31	32	31	36	36
$K_{рс}$	25	5	14	7	3	2
$K_{ст}$	1	1	1	1	1	1
$K_{в}$	4,38	2,56	2,55	3,42	0,09	0,13

Зона воздействия 2						
<b>S<sub>зв</sub>, га</b>	19,2	19,2	19,2	19,2	19,2	19,2
<b>K<sub>рг</sub></b>	0,75	0,75	0,75	0,75	0,4	0,4
<b>Б<sub>плл</sub>, ос/га (кг/га)</b>	0,0033	0,011	0,0038	0,0073	0,0003	0,0006
<b>K<sub>гпр</sub></b>	0,34	0,25	0,25	0,8	1,25	1,5
<b>П<sub>вз</sub>, лет</b>	26	26	26	26	26	26
<b>K<sub>рс</sub></b>	25	5	14	7	3	2
<b>K<sub>ст</sub></b>	1	1	1	1	1	1
<b>K<sub>в</sub></b>	41,39	25,74	24,9	34,43	0,4	0,6
Зона воздействия 3						
<b>S<sub>зв</sub>, га</b>	11,7	11,7	11,7	11,7	11,7	11,7
<b>K<sub>рг</sub></b>	0,5	0,5	0,5	0,5	0,25	0,25
<b>Б<sub>плл</sub>, ос/га (кг/га)</b>	0,0033	0,011	0,0038	0,0073	0,0003	0,0006
<b>K<sub>гпр</sub></b>	0,34	0,25	0,25	0,8	1,25	1,5
<b>П<sub>вз</sub>, лет</b>	26	26	26	26	26	26
<b>K<sub>рс</sub></b>	25	5	14	7	3	2
<b>K<sub>ст</sub></b>	1	1	1	1	1	1
<b>K<sub>в</sub></b>	16,81	10,45	10,11	13,99	0,15	0,23
Зона воздействия 4						
<b>S<sub>зв</sub>, га</b>	24,8	24,8	24,8	24,8	24,8	24,8
<b>K<sub>рг</sub></b>	0,25	0,25	0,25	0,25	0,1	0,1
<b>Б<sub>плл</sub>, ос/га (кг/га)</b>	0,0033	0,011	0,0038	0,0073	0,0003	0,0006
<b>K<sub>гпр</sub></b>	0,34	0,25	0,25	0,8	1,25	1,5
<b>П<sub>вз</sub>, лет</b>	26	26	26	26	26	26
<b>K<sub>рс</sub></b>	25	5	14	7	3	2

Изм.	Колич.	Лист	№ док.	Подп.	Дата

**№ 15066-44-т7.4**

Лист

51

К <sub>ст</sub>	1	1	1	1	1	1
К <sub>в</sub>	17,82	11,08	10,72	14,83	0,13	0,19
Всего по виду (по всем зонам)	80,4	49,83	48,28	66,67	0,77	1,15
Итого	247,1					

Компенсационные выплаты за ПС 110 кВ составят 247,1 базовых величин.

Размер базовой величины на момент расчета - 23 рубля (с 1.01.2017 согласно Постановления Совмина от 28.11.2016 №974).

Расчетная оценка компенсационных выплат в месте строительства ПС 110 кВ составит 5683,3 рублей в текущих ценах по состоянию на 03.02.2017 г..

Для ВЭУ №№14 и 15 расположенной на лесных землях зоны вредного воздействия будут следующими:

1 зона прямого уничтожения;

$S_{зпу} = 2,138$  га (2 площадки ВЭУ с дорогами согласно акта выбора земельного участка)

2 зона сильного вредного воздействия;

$S_{зсв} = (60 \times 2 + 40 \times 2) \times 1000 / 10000 = 20$  га  $\times 2 = 40$  га

3 зона умеренного вредного воздействия;

$S_{зув} = (560 \times 2 + 360 \times 2) \times 500 / 10000 = 92$  га  $\times 2 = 184$  га (сельхозземли, земли транспорта и энергетики) = 177,28 га

4 зона слабого вредного воздействия;

$S_{зслв} = (1600 \times 2 + 1150 \times 2) \times 500 / 10000 = 275$  га – 150 га (сельхозземли, земли транспорта и энергетики) = 125

						№ 15066-44-Т7.4	Лист
Изм.	Колич.	Лист	№ док.	Подп.	Дата		52



Таблица 9

ВЭУ №№14, 15						
Объект жив.мира	Лось	Косуля	Олень благородный	Кабан	Глухарь	Тетерев
Зона воздействия 1						
S <sub>зв</sub> , га	2,138	2,138	2,138	2,138	2,138	2,138
K <sub>рг</sub>	1	1	1	1	1	1
B <sub>плі</sub> , ос/га (кг/га)	0,0033	0,011	0,0038	0,0073	0,0003	0,0006
K <sub>гпр</sub>	0,34	0,25	0,25	0,8	1,25	1,5
П <sub>вз</sub> , лет	33	31	33	27	31	27
K <sub>рс</sub>	25	5	14	7	3	2
K <sub>ст</sub>	1	1	1	1	1	1
K <sub>в</sub>	7,8	4,56	4,69	5,3	0,13	0,17
Зона воздействия 2						
S <sub>зв</sub> , га	40	40	40	40	40	40
K <sub>рг</sub>	0,75	0,75	0,75	0,75	0,4	0,4
B <sub>плі</sub> , ос/га (кг/га)	0,0033	0,011	0,0038	0,0073	0,0003	0,0006
K <sub>гпр</sub>	0,34	0,25	0,25	0,8	1,25	1,5
П <sub>вз</sub> , лет	26	26	26	26	26	26
K <sub>рс</sub>	25	5	14	7	3	2
K <sub>ст</sub>	1	1	1	1	1	1
K <sub>в</sub>	86,23	53,62	51,87	71,74	0,84	1,25

Изм.	Колич.	Лист	№ док.	Подп.	Дата

№ 15066-44-т7.4

Лист

53

Зона воздействия 3						
S <sub>зв</sub> , га	177,28	177,28	177,28	177,28	177,28	177,28
K <sub>рг</sub>	0,5	0,5	0,5	0,5	0,25	0,25
B <sub>плл</sub> , ос/га (кг/га)	0,0033	0,011	0,0038	0,0073	0,0003	0,0006
K <sub>гпр</sub>	0,34	0,25	0,25	0,8	1,25	1,5
P <sub>вз</sub> , лет	26	26	26	26	26	26
K <sub>рс</sub>	25	5	14	7	3	2
K <sub>ст</sub>	1	1	1	1	1	1
K <sub>в</sub>	254,78	158,44	153,25	211,98	2,33	3,46
Зона воздействия 4						
S <sub>зв</sub> , га	125	125	125	125	125	125
K <sub>рг</sub>	0,25	0,25	0,25	0,25	0,1	0,1
B <sub>плл</sub> , ос/га (кг/га)	0,0033	0,011	0,0038	0,0073	0,0003	0,0006
K <sub>гпр</sub>	0,34	0,25	0,25	0,8	1,25	1,5
P <sub>вз</sub> , лет	26	26	26	26	26	26
K <sub>рс</sub>	25	5	14	7	3	2
K <sub>ст</sub>	1	1	1	1	1	1
K <sub>в</sub>	89,82	55,86	54,03	74,73	0,66	0,97
Всего по виду (по всем зонам)	438,63	272,48	263,84	363,75	3,96	5,85
Итого	1348,51					

Компенсационные выплаты за ВЭУ №№14,15 составят 1348,51 базовых величин.

Размер базовой величины на момент расчета - 23 рубля (с 1.01.2017 согласно Постановления Совмина от 28.11.2016 №974).

Расчетная оценка компенсационных выплат в месте строительства ВЭУ №№14,15 составит 31015,73 рублей в текущих ценах.

Всего суммарная расчетная оценка компенсационных выплат по объекту составит 37141,32 рублей в текущих ценах по состоянию на 03.02.2017 г.

Изм.	Колич.	Лист	№ док.	Подп.	Дата

№ 15066-44-т7.4

Лист

54

На опорах ВЛ 110 кВ для предотвращения посадки птиц и устройства ими гнезд производится монтаж металлических птичьих заградителей (типа ПЗ-2) и пластиковых птичьих заградителей (типа УОП-Т).

В дальнейшем эксплуатация трассы ВЛ 110 кВ негативного влияния на окружающую среду оказывать не будет. Периодически будет проводиться расчистка от древесно-кустарниковой растительности в охранной зоне ВЛ 110 кВ.

						№ 15066-44-т7.4	Лист
Изм.	Колич.	Лист	№ док.	Подп.	Дата		55

## 6. Техника безопасности и производственная гигиена

Профессиональные опасности для здоровья и безопасности при строительстве, эксплуатации ветроэнергетических установок, как правило, аналогичны тем, которые наблюдаются на большинстве крупных промышленных объектов. Они включают физические факторы опасности, такие как высота, замкнутое пространство, работа с роторным оборудованием и опасность падающих предметов.

Опасности, связанные с охраной труда и техникой безопасности, характерные для объектов ветроэнергетики и мероприятия в первую очередь включают следующее:

- высотные работы;
- работа на удаленных участках;
- грузоподъемные операции.

Выполнение строительно-монтажных, пуско-наладочных работ по данному объекту предусматривается организацией имеющей сертификацию в соответствии с ISO14001, OHSAS 18001 или их аналогом.

Строительно-монтажные работы включают:

- расчистку земель для подготовки строительных площадок и подъездных путей;
- транспортировку материалов и поставку топлива;
- строительство фундаментов, включая земляные работы и укладку бетона;
- работу кранов для разгрузки и монтажа оборудования;
- строительство и монтаж инженерной инфраструктуры: строительство дорог, строительство ВЛ 110 кВ (над землей) и прокладка кабельных трасс 10 кВ (под землей), строительство площадок под складирование материалов;
- монтаж и ввод в эксплуатацию оборудования ВЭУ;
- вывод из эксплуатации временной инженерной инфраструктуры проекта (временных дорог, площадок под складирование материалов и т.д.) и восстановление участка.

### Высотные работы и защита от падающих предметов.

Высотные работы на объектах ветроэнергетики часто встречаются на всех этапах работы, и особенно во время технического обслуживания. Основное внимание при организации высотных работ должно быть уделено предотвращению падения. Однако, дополнительные риски, которые также необходимо учитывать, включают: падающие объекты и неблагоприятные погодные условия (скорость ветра, экстремальные температуры, влажность и сырость). Организация высотных работ требует надлежащего планирования и выделения достаточных ресурсов. Предпочтительные методы смягчения воздействия включают в указанном порядке:

- устранить или снизить необходимость проведения высотных работ (сборка конструкций и проведение вспомогательных работ выполняется на земле, а затем осуществлять подъем всей конструкции в нужное положение).

- при выполнении высотных работ необходимо:

- 1) использовать рабочее оборудование.

Изм.	Колич.	Лист	№ док.	Подп.	Дата

№ 15066-44-т7.4

Лист

56

2) использовать коллективные системы защиты, такие как защитное ограждение или перила, должны использоваться наряду с индивидуальными средствами защиты от падения.

3) использовать сетки безопасности или подушки безопасности для минимизации последствий падения.

4) убедиться в том, что все конструкции спроектированы и построены в соответствии со стандартами, и оснащены соответствующими средствами для высотных работ.

5) убедиться, что все сотрудники, работающие на высоте, имеют соответствующую подготовку и квалификацию в отношении использования всех установленных систем проведения высотных работ и спасательных систем;

6) обеспечить работников соответствующими устройствами позиционирования при работе;

7) убедиться, что соединения на системах позиционирования совместимы с компонентами вышек, к которым они присоединены.

8) убедиться, что подъемное оборудование надлежащим образом проверено и обслуживается, и что операторы подъемных устройств подготовлены должным образом.

9) при проведении высотных работ все инструменты и оборудование должны быть оснащены вытяжным шнуром, где это возможно, а ловильная сеть должна использоваться, если это практически осуществимо.

10) удалить обозначения и другие мешающие объекты с мачт или сооружений до проведения работ.

11) должна использоваться утвержденная сумка для инструментов для подъема или опускания инструментов или материалов для работников на высотных конструкциях.

12) избегать проведения монтажа башни или работ по техническому обслуживанию при плохих погодных условиях и особенно там, где существует риск удара молнии.

13) разработать план аварийно-спасательных работ с подробным описанием методов, которые будут использоваться для спасения сотрудников, если они попадают в бедственное положение или теряют дееспособность, пребывая на высоте.

### **Работа на удаленных участках**

Планирование работ имеет жизненно важное значение для обеспечения безопасности, здоровья и благосостояния работников при работе в отдаленных районах, и при планировании работы на удаленном участке, при этом необходимо учитывать следующее:

- пригодность оборудования связи для работы бригады;
- обучение и компетентность персонала, работающего на удаленных участках, и готовность всего необходимого оборудования для обеспечения безопасности на месте проведения работ;
- контроль со стороны компетентного персонала, уполномоченного принимать решения на основании событий и условий на месте работы.

- должны использоваться средства отслеживания точного местоположения рабочей бригады для менеджеров.

Должен быть разработан план действий в аварийной ситуации.

- обеспечение персоналом соответствующей квалификации по оказанию первой помощи в рабочей бригаде.

### **Грузоподъемные работы**

Грузоподъемные работы являются неотъемлемой частью строительства любого объекта ветроэнергетики. На этапе строительства, компоненты собираются и транспортируются к месту, где будет проходить сборка. Это предполагает использование больших, сложных частей грузоподъемного оборудования для многоразового подъема грузов различных размеров и веса.

Требования к грузоподъемным работам при строительстве объекта ветроэнергетики аналогичны требованиям строительства любого другого объекта.

Управление грузоподъемными операциями требует привлечения квалифицированного персонала, тщательного планирования, эффективной коммуникации, а также высокого уровня надзора при проведении грузоподъемных операций.

Необходимо учитывать следующее:

- убедиться в наличии описания (инструкций) по выполнению грузоподъемных работ;

- убедиться, что известна вся соответствующая информация о грузе: размер, вес, способ строповки и точки крепления и т.д.;

- убедиться, что все грузоподъемное оборудование (в том числе точки крепления груза) подходит, способно выдержать груз, находится в хорошем состоянии, а также прошло необходимые нормативные проверки;

- убедитесь, что все супервайзеры, операторы оборудования и стропальщики обучены и компетентны в отношении подъемного оборудования и соответствующей грузоподъемной техники;

- необходимо создать огражденные зоны в целях предотвращения любого несанкционированного доступа к участкам проведения грузоподъемных работ;

- при подъеме больших грузов убедиться, что погодные условия благоприятны для проведения таких работ.

## 7. Программа локально мониторинга

Согласно заключения ГНПО «Научно–практический центр НАН Беларуси по биоресурсам», после ввода объекта в эксплуатацию для уточнения детального влияния в месте реализации проектных решений заказчику необходимо организовать проведение мониторинга за популяцией рукокрылых.

Мониторинг по влиянию на популяцию рукокрылых в месте размещения объекта проводят специалисты с биологическим образованием 1 раз в год с мая по сентябрь (период наибольшей активности рукокрылых) в течение 3 лет с момента ввода объекта в эксплуатацию.

Изм.	Колич.	Лист	№ док.	Подп.	Дата

**№ 15066-44-т7.4**

Лист

59

## 8. Выводы по результатам проведения оценки воздействия

Ветроэнергетические установки являются альтернативными источниками энергии, не оказывающими вредного воздействия на окружающую среду по сравнению с традиционными источниками энергии. При эксплуатации ВЭУ отсутствуют выбросы загрязняющих веществ в атмосферный воздух, сбросы стоков в водные объекты.

ВЭУ оказывает шумовое воздействие, расчет уровней шума, создаваемого проектируемыми ВЭУ произведен компанией CUBE Engineering GmbH аккредитованная в соответствии с DIN EN ISO/IEC 17025:2005 для подготовки прогнозов шумовой эмиссии. Проведенные расчеты показывают, что превышений допустимых уровней звука на границе жилой застройки при работе ВЭУ не будет.

Негативное влияние, во время реализации проектных решений, будет оказываться на почвенный покров при проведении строительных работ, путем снятия в местах строительства подстанции с подъездной дорогой, установок ВЭУ и строительства подъездных дорог к ним. Также негативное влияние на растительный мир будет оказано путем вырубки лесов и древесно-кустарниковой растительности при реализации проекта.

На объекты животного мира негативное влияние будет оказываться путем изменения среды их обитания и кормовой базы при вырубке лесонасаждений.

Для компенсации негативного воздействия на объекты животного мира, в проекте произведен расчет компенсационных выплат за вредное воздействие на объекты животного мира и (или) их среду обитания при проведении строительных работ, связанных с удалением растительности на лесных землях, в соответствии с постановлением Совмина от 31.08.2011 №1158.

В месте размещения проектируемого объекта отсутствуют места произрастания растений и места обитания животных, занесенных в Красную книгу Республики Беларусь, а также и пути миграции птиц, поэтому негативное влияние оказываться не будет. Препятствий для миграции птиц не будет создано.

Согласно заключения ГНПО «Научно-практический центр НАН Беларуси по биоресурсам», реализация проектных решений окажет определенное слабое влияние на локальные популяции рукокрылых в месте реализации проекта, поскольку на ней отсутствуют экологические коридоры, потенциальные места убежищ и продуктивные охотничьи биотопы. Для уточнения влияния будет проведен мониторинг в течение 3 лет с момента ввода объекта в эксплуатацию (Приложение А).

При эксплуатации ВЛ 110кВ негативное влияние на земельные ресурсы оказываться не будет.

При условии выполнения указанных выше мероприятий, негативное воздействие на окружающую среду, оказываемое строительством и эксплуатацией ПС Бурмаки, ВЭУ, ВЛ будет минимальным.

Для ВЛ 110 кВ предусматривается охранная зона 20 м в обе стороны от проекции крайних проводов, в которой существуют ограничения по застройке и посадке древесно-кустарниковой растительности.



Ветроэнергетические установки будут являться альтернативным источником производства электроэнергии по сравнению с традиционными источниками. В плане влияния на окружающую среду они окажут меньшее влияние, чем тепловые электростанции, так как не являются источниками выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух, источниками сброса загрязняющих веществ в поверхностные воды, не создают отходы в процессе производства электроэнергии.

Реализация проектных решений окажет незначительное влияние на окружающую среду при условии выполнения рекомендаций по минимизации негативного воздействия строительства и эксплуатации объекта.

Строительство ВЭУ позволит улучшить электроснабжение потребителей на территории Воложинского района за счет использования энергии ветров с минимальным влиянием на окружающую среду.

						№ 15066-44-т7.4	Лист
Изм.	Колич.	Лист	№ док.	Подп.	Дата		61

## 9. Список использованных источников

1. Постановление Министерства здравоохранения Республики Беларусь 21.06.2010 №68 «Об утверждении Санитарных норм, правил и гигиенических нормативов «Гигиенические требования к электрическим и магнитным полям тока промышленной частоты 50 Гц при их воздействии на население», внесении изменений в постановление Главного государственного санитарного врача Республики Беларусь от 23 августа 2005 г. № 122 и о признании утратившими силу некоторых технических нормативных правовых актов»

2. Постановление Министерства здравоохранения Республики Беларусь 15.05.2014 №35 «Об утверждении Санитарных норм и правил «Требования к организации санитарно-защитных зон предприятий, сооружений и иных объектов, являющимися объектами воздействия на здоровье человека и окружающую среду» и о признании утратившими силу постановления Министерства здравоохранения Республики Беларусь от 10 февраля 2011 г. №11»

3. Сборник материалов и пособий по составлению раздела «Охрана окружающей и природной среды» в проектах электросетевых объектов. 6849тм-т1. Харьков, 1991г.

4. Постановление Совета Министров Республики Беларусь от 19.01.2017 г. №47 об утверждении Положения о порядке проведения государственной экологической экспертизы.

5. ТКП 17.02-08-2012 «Правила проведения оценки воздействия на окружающую среду (ОВОС) и подготовки отчета».

6. ТКП 45-3.02-69-2007 (02250) «Благоустройство территории. Озеленение. Правила проектирования и устройства».

7. Лобанок П.И. Заповедные территории Беларуси, «Беларуская энцыклапедыя імя Петруся Броўкі» Минск 2008.

8. Материалы предварительного согласования УП «Проектный институт «Белгипрозем».

9. Отчет о научно-исследовательской работе «Оценка потенциального воздействия объектов ветроэнергетики на популяции рукокрылых» ГНПО «НПЦ НАН Беларуси по биоресурсам» Минск 2016.

10. «Оценка визуального воздействия 15 ветроэнергетических установок на площадке д.Бурмаки» CUBE Engineering GmbH ФРГ Кассель 2014.

11. Оценка шумового воздействия 15 ветроэнергетических установок на площадке д.Бурмаки» CUBE Engineering GmbH ФРГ Кассель 2014.

12. Оценка воздействия эффекта бросков тени 15 ветроэнергетических установок на площадке д.Бурмаки» CUBE Engineering GmbH ФРГ Кассель 2014.

13. Заключение №05-14/26 «О возможности размещения ветроэнергетических установок РУП «Производственное объединения «Беларусьнефть» РУП «БелГИЭ» Минск 2014.

УТВЕРЖДАЮ

Генеральный директор

ГНПО «Научно-практический

центр НАН Беларуси по

биоресурсам»,

канд. биол. наук

О.И.Бородин

2016 г.



## ЭКСПЕРТНОЕ ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В результате выполнения работ по договору № 105 от 19 сентября 2016 г. «Оценка потенциального воздействия объектов ветроэнергетики в районе н.п. Бурмаки и н.п. Лужище на популяции рукокрылых» было установлено, что территория предполагаемой постройки комплекса ВЭУ (Площадка, район н.п. Бурмаки) имеет крайне малое значение для локальных популяций рукокрылых, поскольку на ней отсутствуют экологические коридоры, потенциальные места убежищ и продуктивные охотничьи биотопы. В ходе полевых работ миграционных потоков рукокрылых в период исследования в регионе не отмечено, кроме того, сведения о них отсутствуют в литературных источниках. Учитывая технические характеристики ВЭУ мы можем прогнозировать смертность рукокрылых на уровне 2-3 ос./год на весь комплекс ВЭУ.

Согласно критериям, предложенным Соглашением о охране европейских популяций рукокрылых (EUROBATS), для детальной оценки влияния уже построенных ВЭУ на популяции рукокрылых и точного определения смертности, мы рекомендуем провести постконструктивный мониторинг гибели рукокрылых в течение 3-5 лет после ввода комплекса ВЭУ в эксплуатацию.

Руководитель НИР,  
научный сотрудник  
лаборатории молекулярной зоологии

 23.11.2016 А.В. Шпак  
подпись, дата

Изм.	Колич.	Лист	№ док.	Подп.	Дата

№ 15066-44-т7.4

Лист

63



Міністэрства прыродных рэсурсаў і аховы  
навакольнага асяроддзя Рэспублікі Беларусь

Рэспубліканскае навукова-даследчае  
унітарнае прадпрыемства  
«Бел НІЦ «Экалогія»  
(РУП «Бел НІЦ «Экалогія»)

ул. Г. Якубава, 76, 220095, г. Мінск  
Тел. (37517)395 57 67; факс (37517) 367 56 85

E-mail: belnic@mail.belpak.by

Р/р № 3012600000065 ААБ «Беларусбанк», філіял №510  
г. Мінск, код банка 603, УНП 100083360, ОКПО 0209183

Міністэрства прыродных рэсурсаў і аховы  
асяроддзя Рэспублікі Беларусь

Рэспубліканскае навукова-даследчае  
унітарнае прадпрыемства  
«Бел НІЦ «Экалогія»  
(РУП «Бел НІЦ «Экалогія»)

ул. Г. Якубава, 76, 220095, г. Мінск  
Тел. (37517)395 57 67; факс (37517) 367 56 85

E-mail: belnic@mail.belpak.by

Р/с № 3012600000065 АСБ «Беларусбанк», філіял №510  
г. Мінск, код банка 603, УНП 100083360, ОКПО 0209183

21.07.2016 № 01-14 / 66/  
На 35-15/6742 ад 21.07.2016

Рэспубліканскае унітарнае  
прадпрыемства «Прамысловое  
агульнае аб'яднанне «Беларуснефть»

# О предоставлении информации

Настоящим сообщаем, что в соответствии со статьей 11 Закона Республики Беларусь «О животном мире», Министерство природных ресурсов и охраны окружающей среды Республики Беларусь проводит единую государственную политику в области охраны и использования животного мира и координирует деятельность уполномоченных государственных органов в этой области, а также осуществляет контроль за охраной и использованием объектов животного мира. К компетенции Минприроды относятся вопросы сохранения биологического и ландшафтного разнообразия, включая вопросы охраны и рационального использования объектов животного и растительного мира, лесов, земель, особо охраняемых природных территорий.

В соответствии со статьей 56 Закона Республики Беларусь «О животном мире», научное обеспечение охраны и устойчивого использования объектов животного мира осуществляет Национальная академия наук Беларуси, которая обеспечивает выполнение государственных программ фундаментальных исследований и государственных научно-технических программ, участвует в ведении государственного кадастра животного мира и проведении мониторинга животного мира и осуществляет их научное обеспечение, проводит кадастровое обследование угодий (сбор информации о наличии, распространении, видовом составе, состоянии и использовании объектов животного мира).

По результатам кадастрового обследования угодий Минприроды ведет государственный кадастр животного мира - информационный ресурс, содержащий систематизированный свод данных о географическом распространении видов диких животных, количественной и качественной характеристиках объектов животного мира, об экономической оценке и

Изм.	Колич.	Лист	№ док.	Подп.	Дата

№ 15066-44-т7.4

Лист

64

использовании их ресурсов, а также других сведений об объектах животного мира, необходимых для обеспечения их охраны и устойчивого использования (далее - кадастр животного мира).

Кроме того, согласно пункту 6 Положения о порядке передачи мест обитания диких животных и (или) мест произрастания дикорастущих растений, относящихся к видам, включенным в Красную книгу Республики Беларусь, под охрану пользователям земельных участков и (или) водных объектов, утвержденного постановлением Совета Министров Республики Беларусь от 18 мая 2009 г. № 638, Минприроды ведет журнал учета мест обитания диких животных и мест произрастания дикорастущих растений, относящихся к видам, включенным в Красную книгу Республики Беларусь, переданных под охрану пользователям земельных участков и (или) водных объектов (далее - журнал учета) в виде электронной базы данных.

Согласно статье 10-1 Закона Республики Беларусь "Об особо охраняемых природных территориях" и Положению о порядке ведения реестра особо охраняемых природных территорий Республики Беларусь и оказания услуг по предоставлению содержащейся в нем информации, утвержденному постановлением Совета Министров Республики Беларусь от 5 октября 2015 г. № 826, Минприроды ведет реестр особо охраняемых природных территорий Республики Беларусь (далее - реестр ООПТ).

Согласно данным кадастра животного мира, журнала учета, реестра ООПТ и схемы миграционных коридоров модельных видов диких животных, в местах предполагаемого размещения ветроэнергетических установок в окрестностях н.п. Бурмаки Воложинского района Минской области и н.п. Лужище Ошмянского района Гродненской области отсутствуют места обитания диких животных и места произрастания дикорастущих растений, относящихся к видам, включенным в Красную книгу Республики Беларусь, виды флоры и фауны, имеющие международный статус охраны, и эндемичные виды, пути миграций птиц (в том числе перелетных и хищных) и особо охраняемые природные территории.

Вместе с тем, Минприроды не располагает информацией о путях миграций летучих мышей в местах предполагаемого размещения ветроэнергетических установок в окрестностях н.п. Бурмаки Воложинского района Минской области и н.п. Лужище Ошмянского района Гродненской области.

Учитывая изложенное, для заключения об отсутствии вредных воздействий на биологическое разнообразие в пределах мест предполагаемого размещения ветроустановок, необходима дополнительная информация о возможном воздействии объектов ветроэнергетики в районе н.п. Лужище и н.п. Бурмаки на летучих мышей, для чего необходимо обратиться в государственное научно-производственное объединение "Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по биоресурсам".

Изм.	Колич.	Лист	№ док.	Подп.	Дата

№ 15066-44-т7.4

Лист

65

Настоящим сообщаем, что по данным электронной базы данных государственного информационного ресурса «Реестр особо охраняемых природных территорий Республики Беларусь» на рассматриваемой территории особо охраняемых территорий не выявлено.

Директор



С.Б. Мельнов

05 Зарипов 367-44-27  
21.07.2016 / О предоставлении информации

Изм.	Колич.	Лист	№ док.	Подп.	Дата

№ 15066-44-т7.4

Лист

66

Национальная академия наук Беларуси  
ГОСУДАРСТВЕННОЕ НАУЧНО-ПРОИЗВОДСТВЕННОЕ ОБЪЕДИНЕНИЕ  
«НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКИЙ ЦЕНТР НАЦИОНАЛЬНОЙ АКАДЕМИИ НАУК  
БЕЛАРУСИ ПО БИОРЕСУРСАМ»

УДК: 599.4:504.06:621.311.24

№ госрегистрации 20164194

Инв. №

УТВЕРЖДАЮ

Генеральный директор

ГНПО «Научно-практический центр

НАН Беларуси по биоресурсам»,

канд. биол. наук

О.И.Бородин

« 23 » 12 2016 г.



ОТЧЕТ  
О НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКОЙ РАБОТЕ  
«ОЦЕНКА ПОТЕНЦИАЛЬНОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ ОБЪЕКТОВ  
ВЕТРОЭНЕРГЕТИКИ В РАЙОНЕ Н.П. БУРМАКИ НА ПОПУЛЯЦИИ  
РУКОКРЫЛЫХ»

Зам. генерального директора  
по научной и инновационной работе,  
канд. биол. наук





Руководитель НИР,  
научный сотрудник  
лаборатории молекулярной зоологии

 23.11.16 В.А.Цинкевич  
подпись, дата

 23.11.16 А.В. Шпак  
подпись, дата

Минск 2016

### СПИСОК ИСПОЛНИТЕЛЕЙ

Руководитель задания, научный сотрудник		<u>22.11.2016</u>	<u>А.В. Шнак</u> ФИО
Исполнители темы:			
Младший научный сотрудник,		<u>18.11.2016</u>	<u>К.В. Гомель</u>
Младший научный сотрудник		<u>18.11.2016</u>	<u>Д.Г. Юрченко</u>
Стажер младшего научного сотрудника,		<u>23.11.2016</u>	<u>А.И. Ларченко</u>



## РЕФЕРАТ

**«Оценка потенциального воздействия объектов ветроэнергетики в районе н.п. Бурмаки и н.п. Лужище на популяции рукокрылых»**

**Ключевые слова:** рукокрылые, оценка, потенциальное воздействие, ветроэлектростанция.

**Цель работы:** Провести оценку потенциального воздействия объектов ветроэнергетики в районе н.п. Бурмаки и н.п. Лужище на популяции рукокрылых.

**Основные результаты:**

Проведена оценка потенциального воздействия объектов ветроэнергетики в районе н.п. Бурмаки и н.п. Лужище на популяции рукокрылых. Установлено, что планируемые объекты не несут значительной угрозы для локальных популяций рукокрылых. Рекомендован постконструктивный мониторинг в течение 3-5 лет после ввода объектов в эксплуатацию.

## РЕФЕРАТ

**«Оценка потенциального воздействия объектов ветроэнергетики в районе н.п. Бурмаки и н.п. Лужище на популяции рукокрылых»**

**Ключевые слова:** рукокрылые, оценка, потенциальное воздействие, ветроэлектростанция.

**Цель работы:** Провести оценку потенциального воздействия объектов ветроэнергетики в районе н.п. Бурмаки и н.п. Лужище на популяции рукокрылых.

**Основные результаты:**

Проведена оценка потенциального воздействия объектов ветроэнергетики в районе н.п. Бурмаки и н.п. Лужище на популяции рукокрылых. Установлено, что планируемые объекты не несут значительной угрозы для локальных популяций рукокрылых. Рекомендован постконструктивный мониторинг в течение 3-5 лет после ввода объектов в эксплуатацию.

## СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	5
Характеристика организации-исполнителя	5
Характеристика научного коллектива	6
ОСНОВНАЯ ЧАСТЬ	8
1. Материалы и методы	8
2. Результаты исследований	9
2.1. Площадка 1. — район н.п. Бурмаки	9
2.1.1. Характеристика района исследования	9
2.1.2. Видовой состав	10
2.1.2. Миграционные пути и экологические коридоры	11
2.1.3. Убежища	11
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	13

## **ВВЕДЕНИЕ**

### **ХАРАКТЕРИСТИКА ОРГАНИЗАЦИИ-ИСПОЛНИТЕЛЯ**

ГНПО «НПЦ НАН Беларуси по биоресурсам» осуществляет свою деятельность в рамках Конституции Республики Беларусь, законов Республики Беларусь, иных актов законодательства, а также документов, утверждаемых Президиумом Национальной академии наук Беларуси.

В настоящее время статус, полномочия, организационную структуру ГНПО «НПЦ НАН Беларуси по биоресурсам», принципы его взаимодействия с республиканскими органами государственного управления, другими организациями в сфере научной и научно-инновационной деятельности определяются и регулируются следующими основными нормативными актами и документами:

- Законом Республики Беларусь «О Национальной академии наук Беларуси» от 05.05.1998 г. №159-3;
- Указом Президента Республики Беларусь «О некоторых вопросах совершенствования организационной структуры Национальной академии наук Беларуси» от 01.11.2007 г. №554;
- Положением о научно-практическом центре Национальной академии наук Беларуси, утвержденным Указом Президента Республики Беларусь от 18.04.2006 г. №242с дополнениями Указа от 01.11.2007 г. №554;
- Уставом Национальной академии наук Беларуси, утвержденный Указом Президента Республики Беларусь от 03.02.2003 г. № 56;
- Уставом ГНПО «НПЦ НАН Беларуси по биоресурсам», утвержденным Постановлением Президиума Национальной академии наук Беларуси от 10.11.2011 г. №51;
- Законом Республики Беларусь «О животном мире» от 10.07.2007 г. №257-3;
- Указом Президента Республики Беларусь «О дополнительных мерах по реализации Национальной академии наук статуса высшей государственной научной организации» от 04.08.1998 г.;

- Указом Президента Республики Беларусь «Об установлении доплат за ученые степени и звания» от 25.09.2007 г. №450;
- Постановлением Совета Министров Республики Беларусь «Об утверждении Положения о Красной книге Республики Беларусь» от 27.12.2007 г. №1836;
- Постановлением Совета Министров Республики Беларусь «О некоторых вопросах обращения с дикими животными и дикорастущими растениями» от 18.05.2009 г. №638;
- Постановлением Совета Министров Республики Беларусь «Об утверждении Положения о порядке выдачи разрешения на интродукцию, реинтродукцию, акклиматизацию, скрещивание диких животных» от 31.05.2010 г. №488;
- Директивой Президента Республики Беларусь от 11 марта 2004 г. № 1 "О мерах по укреплению общественной безопасности и дисциплины";
- Директивой Президента Республики Беларусь от 14 июня 2007 г. № 3 "Экономия и бережливость - главные факторы экономической безопасности государства".

НПЦ НАН Беларуси по биоресурсам осуществляет научное обеспечение государственной экологической политики в области сохранения и рационального использования растительного и животного мира, природных сообществ и экосистем, научно-техническое сопровождение сохранения и использования биологического разнообразия и биоресурсов, как национального достояния Республики Беларусь. Научные направления исследований Центра соответствуют:

#### ХАРАКТЕРИСТИКА НАУЧНОГО КОЛЛЕКТИВА

Коллектив исполнителей имеет соответствующее образование, обладает навыками проведения полевых работ и корректной интерпретации полученных данных. Научный руководитель А.В. Шпак имеет около 20 научных публикаций, посвященных эколого-фаунистическим аспектам биологии рукокрылых Беларуси. Имея опыт подобных исследований, работал по заданиям ««Проведение оценки воздействия на окружающую среду проектов двух

ветропарков, каждый с мощностью до 81 МВ, с общей мощностью до 160 МВ на территории Дзержинского района» (2011 г.) и «Провести оценку воздействия на окружающую среду перспективного для строительства объекта «Строительство ветроэлектростанций для производства электроэнергии из возобновляемых источников энергии в районе дер. Матеевщина и дер. Маковня Могилевского района» в части растительного и животного мира» (2013 г.), где проводил оценку потенциального воздействия объектов ветроэнергетики на популяции рукокрылых. Является страновым научным экспертом от Беларуси в Соглашении по сохранению европейских популяций рукокрылых (EUROBATS), специалистом по рукокрылым в белорусской рабочей группе Конвенции о международной торговле видами дикой фауны и флоры, находящимися под угрозой исчезновения (CITES), а также представителем Беларуси в рабочей группе по рукокрылым Международного Союза Охраны Природы (IUCN).

## ОСНОВНАЯ ЧАСТЬ

### 1. Материалы и методы

Исследования проводились в период с 19 сентября по 29 ноября 2016 г. и состояли из нескольких этапов:

1. Литературный и картографический анализ, в ходе которого, согласно арсалогическим данным был установлен предположительный видовой состав рукокрылых изучаемой территории и намечены точки сбора полевого материала.
2. Полевые исследования проводились согласно стандартным алгоритмам (Guideliness for consideration of bats in wind farm projects, EUROBATS) и включали в себя натурное обследование территории планируемого размещения ВЭУ с целью выявления потенциально ценных либо значимых биотопов для пролетной и охотничьей активности, а также для размещения материнских колоний. Для мониторинга миграционной, охотничьей и социальной активности использовались ультразвуковые детекторы Petersson D200 и time-expansion ультразвуковой детектор Laar TR-30. Полученные сонограммы анализировались при помощи программного обеспечения BatSound и BVL-Spectrogram.
3. Анализ полученных данных и подготовка отчета.

## 2. Результаты исследований

### 2.1. Площадка 1. – район н.п. Бурмаки

#### 2.1.1 Характеристика района исследования

Область предположительной постройки комплекса ветроэнергетических установок расположена на восток от г. Воложин в окрестностях населенных пунктов Бурмаки, Батуры, Сугвозды, Лесники и др (Рис.1). Местность представляет из себя, главным образом, пересеченный холмистый агроландшафт. Старовозрастные лесные насаждения, могущие служить убежищами для материнских колоний отсутствуют, так же, как и потенциально ценные охотничьи биотопы.

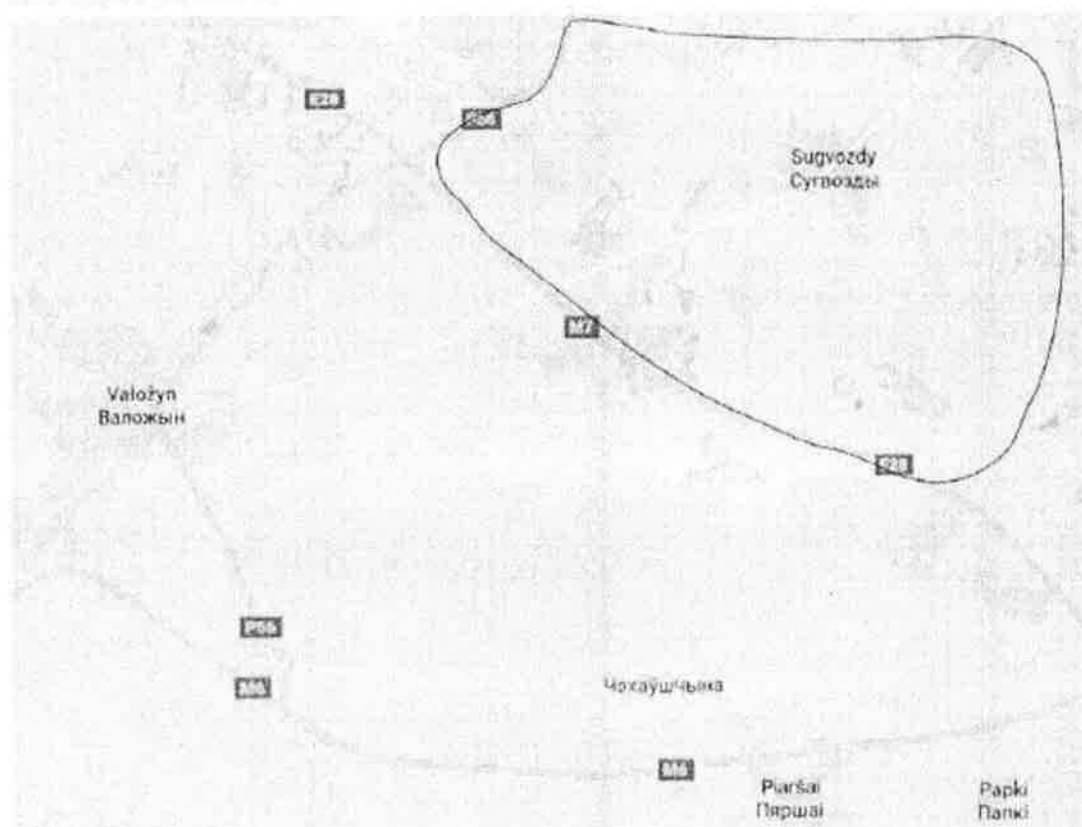


Рисунок 1 – Регион исследования в области предположительной постройки комплекса ВЭУ в Воложинском районе



### 2.1.2. Видовой состав

В настоящее время на территории Беларуси зарегистрировано 19 видов рукокрылых (Shpak A. National report of Belarus for EUROBATS, 2014 [http://www.eurobats.org/sites/default/files/documents/pdf/National\\_Reports/nat\\_rep\\_BY\\_2014.pdf](http://www.eurobats.org/sites/default/files/documents/pdf/National_Reports/nat_rep_BY_2014.pdf)). Специальных исследований, посвященных видовому составу рукокрылых Воложинского района не проводилось, однако, опираясь на ареалогические данные, на территории изучаемого региона может потенциально обитать 14 видов рукокрылых, из которых 10 являются оседлыми и 5 зимующими (Табл. 1). При этом, 6 видов имеют различные категории национальной природоохранной значимости; все виды внесены в список МСОП (IUCN), однако имеют низкие категории природоохранной значимости (LC, NT). Доминантными видами, предположительно, являются *Plecotus auritus*, *Nyctalus noctula*, *Pipistrellus pygmaeus*, *Eptesicus serotinus*, *Vespertilio murinus*.

Таблица 1 – Видовой состав рукокрылых Воложинского района, их миграционный и охранный статус, согласно литературным данным.

№	Вид	Миграционный статус (О-оседлый, М-мигрант)	Национальный природоохранный статус	Международный природоохранный статус (IUCN, ver. 3.1)
1	<i>Myotis dasycneme</i>	О	II (EN)	NT
2	<i>Myotis daubentonii</i>	О	-	LC
3	<i>Myotis nattereri</i>	О	III (VU)	LC
4	<i>Myotis mystacinus</i>	О	III (VU)	LC
5	<i>Myotis brandtii</i>	О	III (VU)	LC
6	<i>Plecotus auritus</i>	О	-	LC

7	<i>Nyctalus noctula</i>	O,M	-	LC
8	<i>Nyctalus leisleri</i>	M	III (VU)	LC
9	<i>Pipistrellus pipistrellus</i>	M	-	LC
10	<i>Pipistrellus pygmaeus</i>	M	-	LC
11	<i>Pipistrellus nathusii</i>	M	-	LC
12	<i>Eptesicus nilssonii</i>	O	IV (NT)	LC
13	<i>Eptesicus serotinus</i>	O	-	LC
14	<i>Vespertilio murinus</i>	O	-	LC

### 2.1.3. Миграционные пути и экологические коридоры.

Характер перемещения рукокрылых по территории предполагает движение вдоль линейных элементов ландшафта (лесные опушки, лесополосы, аллеи) к местам водопоя и охоты с избеганием, в большинстве случаев, открытых пространств. Анализ местности показал крайне малую ее значимость как для перелета, так и для фуражировки.

Обычно, высокий процент гибели рукокрылых в районах размещения ВЭУ отмечается в периоды весенних и осенних миграций, когда зверьки могут лететь большими скоплениями на значительной высоте. Мониторинг с использованием ультразвуковых детекторов зафиксировал полное отсутствие миграционной активности рукокрылых в районе планируемой постройки комплекса ВЭУ.

### 2.1.4. Убежища

Летучие мыши не строят себе гнезд, а поселяются исключительно либо в, различного рода, древесных убежищах, либо используют постройки человека. Уничтожение таких убежищ, либо беспокойство животных (главным образом самок, образующих материнские колонии) может фатальным образом повлиять на популяцию в регионе в целом. ВЭУ не оказывают непосредственного влияния

на убежища, однако разрушают экологические коридоры, ведущие к местам охоты, что может способствовать гибели колонии.

В результате картографического и полевого анализа местности мы не обнаружили потенциальных мест размещения значительных материнских колоний в районе потенциального размещения ВЭУ и его окрестностях.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В результате анализа картографических и литературных материалов, а также натурного обследования, мы полагаем, что территория предполагаемой постройки комплекса ВЭУ имеет крайне малое значение для локальных популяций рукокрылых, поскольку на ней отсутствуют экологические коридоры, потенциальные места убежищ и продуктивные охотничьи биотопы. В ходе полевых работ миграционных потоков рукокрылых в период исследования в регионе не отмечено, кроме того, сведения о них отсутствуют в литературных источниках. Учитывая технические характеристики ВЭУ мы можем прогнозировать смертность рукокрылых на уровне 2-3 ос./год на весь комплекс ВЭУ.

Однако, согласно критериям, предложенным Соглашением о охране европейских популяций рукокрылых (EUROBATS), для детальной оценки влияния уже построенных ВЭУ на популяции рукокрылых и точного определения смертности, мы рекомендуем провести посткоструктивный мониторинг гибели рукокрылых в течение 3-5 лет после ввода комплекса ВЭУ в эксплуатацию.

Согласно критериям, предложенным Соглашением о охране европейских популяций рукокрылых (EUROBATS), для детальной оценки влияния уже построенных ВЭУ на популяции рукокрылых и точного определения смертности,

мы рекомендуем провести постконструктивный мониторинг гибели рукокрылых в течение 3-5 лет после ввода обоих комплексов ВЭУ в эксплуатацию.

УТВЕРЖДАЮ  
Генеральный директор  
ГНПО «Научно-практический  
центр НАН Беларуси по  
биоресурсам»,  
канд. биол. наук  
О.И.Бородин  
«    »    2016 г.




### ЭКСПЕРТНОЕ ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В результате выполнения работ по договору № 105 от 19 сентября 2016 г. «Оценка потенциального воздействия объектов ветроэнергетики в районе н.п. Бурмаки и н.п. Лужище на популяции рукокрылых» было установлено, что территория предполагаемой постройки комплекса ВЭУ (Площадка, район н.п. Бурмаки) имеет крайне малое значение для локальных популяций рукокрылых, поскольку на ней отсутствуют экологические коридоры, потенциальные места убежищ и продуктивные охотничьи биотопы. В ходе полевых работ миграционных потоков рукокрылых в период исследования в регионе не отмечено, кроме того, сведения о них отсутствуют в литературных источниках. Учитывая технические характеристики ВЭУ мы можем прогнозировать смертность рукокрылых на уровне 2-3 ос./год на весь комплекс ВЭУ.

Согласно критериям, предложенным Соглашением о охране европейских популяций рукокрылых (EUROBATS), для детальной оценки влияния уже построенных ВЭУ на популяции рукокрылых и точного определения смертности, мы рекомендуем провести постконструктивный мониторинг гибели рукокрылых в течение 3-5 лет после ввода комплекса ВЭУ в эксплуатацию.

Руководитель НИР,  
научный сотрудник  
лаборатории молекулярной зоологии

 А.В. Шпак  
подпись, дата



Оценка визуального воздействия  
15 ветроэнергетических установок  
на территории  
**д. Бурмаки**  
**(Республика Беларусь)**

Дата: 29 апреля 2014 г.

Отчет № 13-1-3044а

Заказчик:

Государственное производственное объединение «Белоруснефть»

Ул. Рогачевская, 9

246003, Гомель

Республика Беларусь

Подготовила:

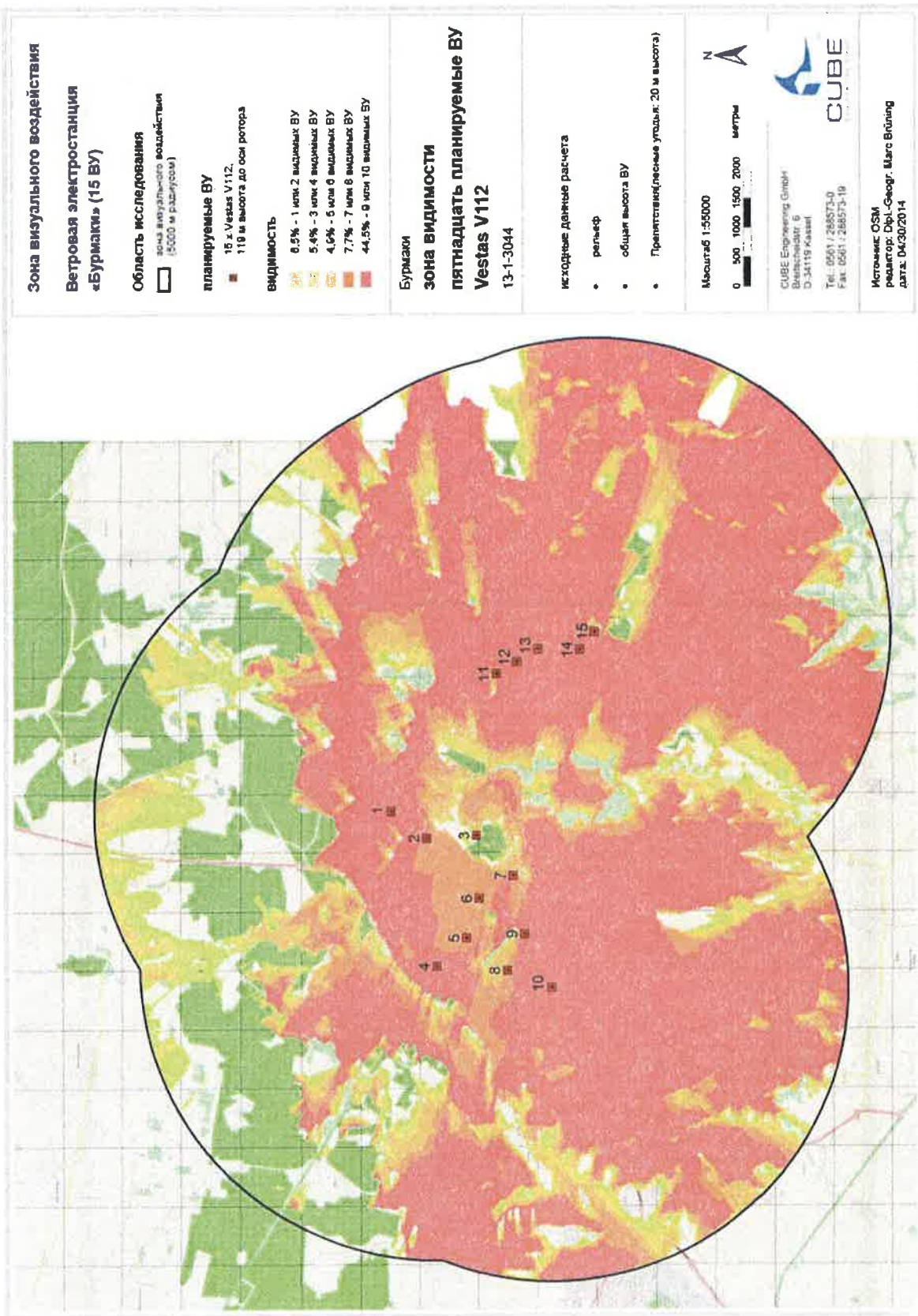
Компания CUBE Engineering GmbH

Дипломированный инженер (FH) Тимо Мертенс Breitscheidstr. 6

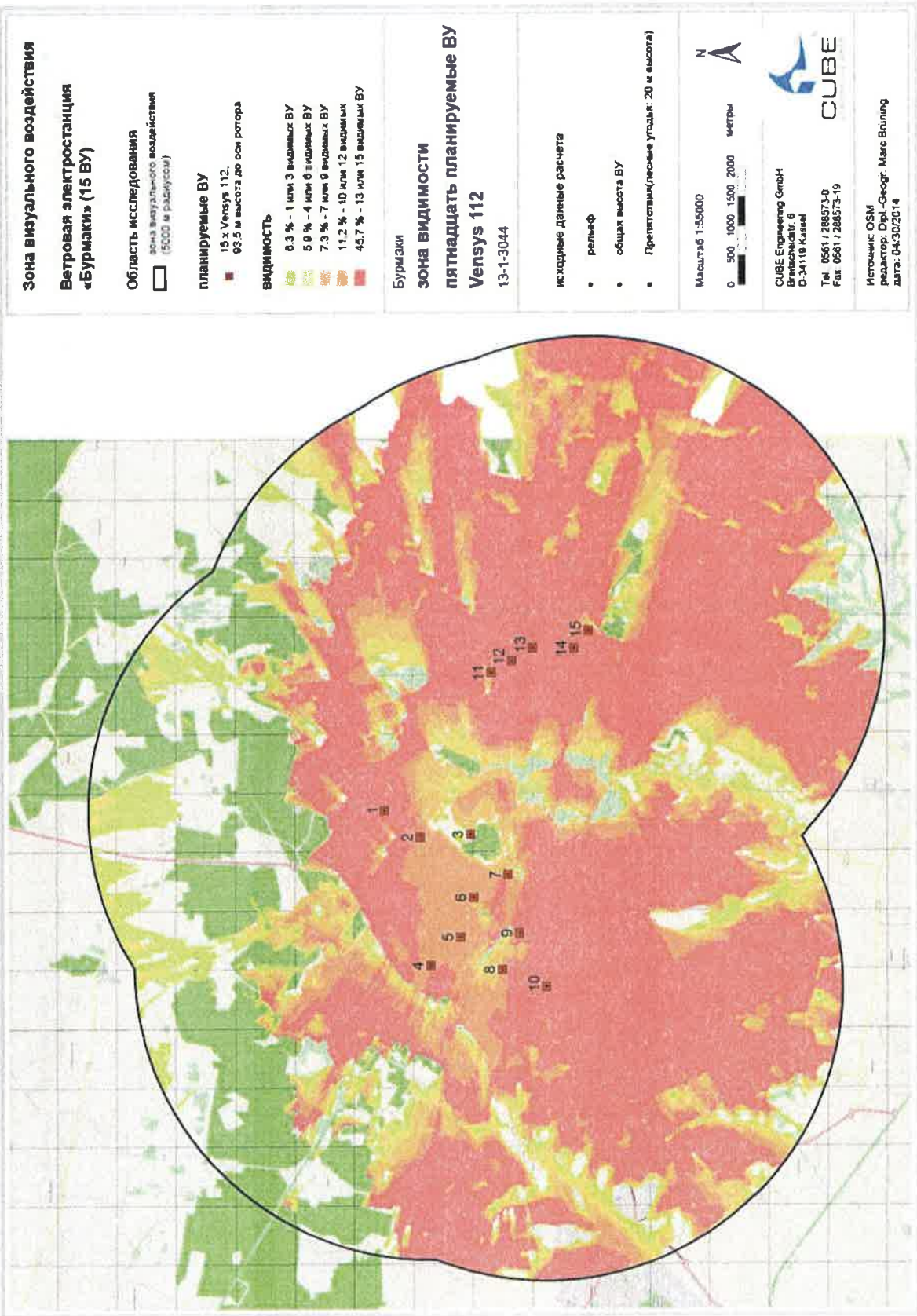
DE-34119 Кассель

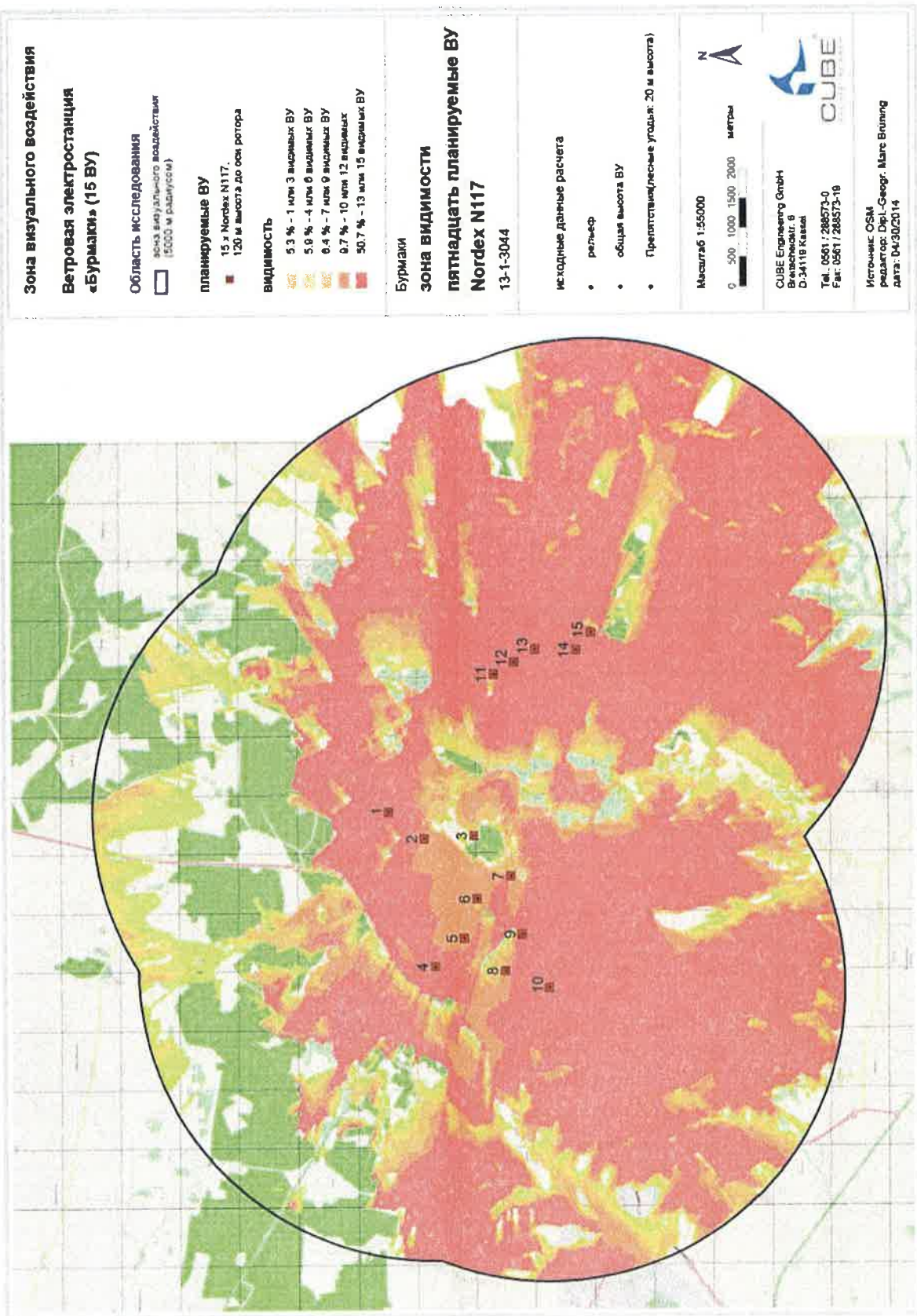
Тел.: +49 561/288 573-0

Факс: +49 561/288 573-19









Видимость Визуальное воздействие пятнадцать планируемых ВУ ветровой электростанции д. Бурмаки

	Зона видимости [га]		Процент [%]	Зона видимости [га]		Процент [%]	Зона видимости [га]		Процент [%]
	Vestas V112			Vensys 112			Nordex N117		
нет видимых ВУ	3.711,2	22,2		3.960,0	23,7		3.683,0	22,1	
минимум одна видимая ВУ	12.978,2	77,8		12.729,3	76,3		13.006,4	77,9	
Сумма	16.689,4	100,0		16.689,4	100,0		16.689,4	100,0	
1 ВУ	315,5	1,9		385,4	2,3		309,8	1,9	
2 ВУ	285,2	1,7		337,0	2,0		278,7	1,7	
3 ВУ	297,9	1,8		324,9	1,9		293,1	1,8	
4 ВУ	272,1	1,6		255,5	1,5		265,8	1,6	
5 ВУ	433,2	2,6		441,9	2,6		438,0	2,6	
6 ВУ	279,7	1,7		281,4	1,7		274,2	1,6	
7 ВУ	319,3	1,9		340,5	2,0		317,6	1,9	
8 ВУ	339,9	2,0		412,4	2,5		340,6	2,0	
9 ВУ	415,4	2,5		460,5	2,8		406,0	2,4	
10 ВУ	733,0	4,4		807,9	4,8		730,8	4,4	
11 ВУ	423,9	2,5		492,4	3,0		415,3	2,5	
12 ВУ	486,0	2,9		570,0	3,4		473,8	2,8	
13 ВУ	522,5	3,1		600,6	3,6		517,4	3,1	
14 ВУ	786,4	4,7		940,2	5,6		772,9	4,6	
15 ВУ	7.068,3	42,4		6.078,8	36,4		7.172,5	43,0	





Оценка шумового воздействия  
15 ветроэнергетических установок  
на территории  
**площадки Бурмаки**  
(Республика Беларусь)

Дата: 24 апреля 2014 г.

Отчет № 13-1-3044а-NM

Заказчик:

Государственное производственное объединение «Белоруснефть»

Ул. Рогачевская 9

246003, Гомель

Республика Беларусь

Подготовила:

Компания CUBE Engineering GmbH

Дипломированный инженер (FH) Тимо Мертенс

Breitscheidstraße 6

DE-34119 Кассель

Тел.: +49 561/288 573-0

Факс: +49 561/288 573-19

Таблица 1. Допустимый уровень эмиссии и рассчитанное воздействие шума

Чувствительный к воздействию шуму участок	Чувствительный к воздействию шума участок	Допустимая ночная эмиссия [дБ(A)]	Полученный уровень воздействия шума с Vestas V112 [дБ(A)]	Полученный уровень воздействия шума с Vensys 112 [дБ(A)]	Полученный уровень воздействия шума с Nordex N117 [дБ(A)]
A	Жилая зона I	45	36,8	35,9	35,3
B	Жилая зона I	45	36,0	35,2	34,5
C	Открытая зона	45	39,3	38,4	37,8
D	Открытая зона	45	42,8	41,8	41,3
E	Жилая зона II	45	44,8	43,6	43,3
F	Открытая зона	45	43,6	42,5	42,1
G	Открытая зона	45	40,6	39,7	39,2
H	Жилая зона III	45	44,8	43,8	43,3
I	Жилая зона III	45	43,4	42,4	41,9
J	Жилая зона III	45	44,9	43,9	43,4
K	Жилая зона III	45	44,8	43,8	43,3
L	Открытая зона	45	46,1	45,0	44,6
M	Жилая зона IV	45	44,8	43,7	43,3
N	Жилая зона IV	45	42,2	41,2	40,7
O	Жилая зона V	45	42,2	41,2	40,7
P	Жилая зона V	45	38,6	37,5	37,1
Q	Жилая зона VI	45	37,6	36,8	36,1
R	Жилая зона VII	45	43,6	42,6	42,1
S	Жилая зона VIII	45	41,0	40,1	39,6
T	Жилая зона IX	45	44,3	43,3	42,9
U	Открытая зона	45	44,4	43,3	42,9
V	Жилая зона IX	45	43,0	42,1	41,6

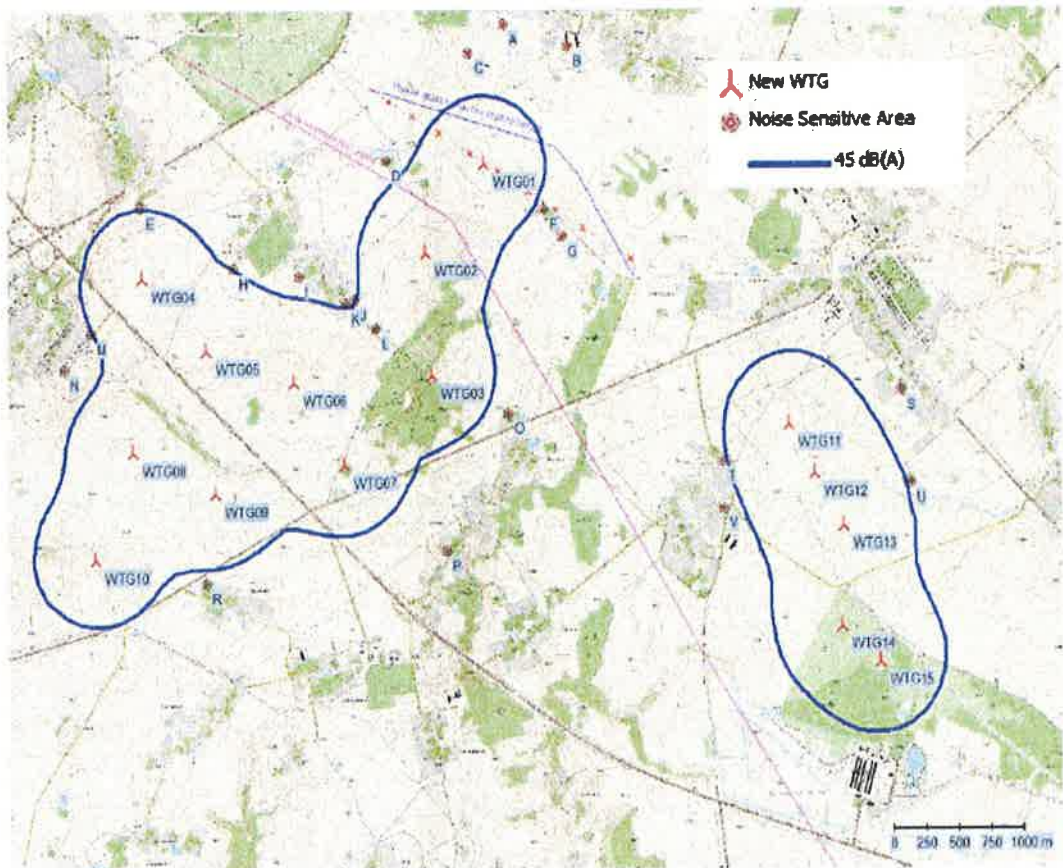


Рисунок 1. Обзорная карта с изолиниями





Project  
13-1-3044-WR-BUR-N-S-ZVI\_tm

Printed Page  
24.04.2014 11:52 / 1

Location:

CUBE Engineering

Bretscheldstraße 6

DE-34119 Kassel

+49 (0) 561 28 85 73 0

Timo Mertens / t.mertens@cube-engineering.com

Calculation:

24.04.2014 11:29/2.9.269



## DECIBEL - Main Result

Calculation: noise impact Vestas V112

Noise calculation model:

ISO 9013-2 General

Wind speed:

8.0 m/s

Ground attenuation:

Alternative

Meteorological coefficient, C0:

0.0 dB

Type of demand in calculation:

1: WTG noise is compared to demand (DK, DE, SE, NL etc.)

Noise values in calculation:

All noise values are mean values (Lwa) (Normal)

Pure tones:

Pure and impulse tone penalty are added to WTG source noise

Height above ground level, when no value in NSA object:

0.0 m Don't allow override of model height with height from NSA object

Deviation from "official" noise demands. Negative is more restrictive,

positive is less restrictive..

0.0 dB(A)



## WTGs

UTM (north)-WGS84 Zone: 35				WTG type		Noise data					Wind speed			
East	North	Z	Flow data (m/s)	Vel	Manuf	Type-generator	Power rated (kW)	Rotor diameter (m)	Hub height (m)	Direction	Level	Level	Level	
(m)														
WTG01	478 708	5 997 450	283.3	VESTAS	V112	3075	112.0	112.0	112.0	USER	108.5 dB(A) [Level 0] + 1 dB (A) safety margin	8.0	107.5	0 dB
WTG02	478 250	5 998 880	278.0	VESTAS	V112	3075	112.0	112.0	112.0	USER	108.5 dB(A) [Level 0] + 1 dB (A) safety margin	8.0	107.5	0 dB
WTG03	478 287	5 998 012	272.0	VESTAS	V112	3075	112.0	112.0	112.0	USER	108.5 dB(A) [Level 0] + 1 dB (A) safety margin	8.0	107.5	0 dB
WTG04	474 074	5 998 685	252.8	VESTAS	V112	3075	112.0	112.0	112.0	USER	108.5 dB(A) [Level 0] + 1 dB (A) safety margin	8.0	107.5	0 dB
WTG05	474 554	5 998 185	264.0	VESTAS	V112	3075	112.0	112.0	112.0	USER	108.5 dB(A) [Level 0] + 1 dB (A) safety margin	8.0	107.5	0 dB
WTG06	475 225	5 995 055	266.4	VESTAS	V112	3075	112.0	112.0	112.0	USER	108.5 dB(A) [Level 0] + 1 dB (A) safety margin	8.0	107.5	0 dB
WTG07	475 614	5 995 301	272.0	VESTAS	V112	3075	112.0	112.0	112.0	USER	108.5 dB(A) [Level 0] + 1 dB (A) safety margin	8.0	107.5	0 dB
WTG08	474 002	5 995 488	254.3	VESTAS	V112	3075	112.0	112.0	112.0	USER	108.5 dB(A) [Level 0] + 1 dB (A) safety margin	8.0	107.5	0 dB
WTG09	474 820	5 995 190	264.7	VESTAS	V112	3075	112.0	112.0	112.0	USER	108.5 dB(A) [Level 0] + 1 dB (A) safety margin	8.0	107.5	0 dB
WTG10	473 713	5 994 742	242.8	VESTAS	V112	3075	112.0	112.0	112.0	USER	108.5 dB(A) [Level 0] + 1 dB (A) safety margin	8.0	107.5	0 dB
WTG11	470 045	5 995 955	262.0	VESTAS	V112	3075	112.0	112.0	112.0	USER	108.5 dB(A) [Level 0] + 1 dB (A) safety margin	8.0	107.5	0 dB
WTG12	470 245	5 995 320	262.0	VESTAS	V112	3075	112.0	112.0	112.0	USER	108.5 dB(A) [Level 0] + 1 dB (A) safety margin	8.0	107.5	0 dB
WTG13	470 444	5 994 092	266.4	VESTAS	V112	3075	112.0	112.0	112.0	USER	108.5 dB(A) [Level 0] + 1 dB (A) safety margin	8.0	107.5	0 dB
WTG14	470 455	5 994 298	254.0	VESTAS	V112	3075	112.0	112.0	112.0	USER	108.5 dB(A) [Level 0] + 1 dB (A) safety margin	8.0	107.5	0 dB
WTG15	470 752	5 994 018	254.3	VESTAS	V112	3075	112.0	112.0	112.0	USER	108.5 dB(A) [Level 0] + 1 dB (A) safety margin	8.0	107.5	0 dB

## Calculation Results

### Sound Level

Noise sensitive area		UTM (north)-WGS84 Zone: 35			Demands		Sound Level	
No.	Name	East	North	Z	inmission height	Noise [dB(A)]	From WTGs	
[m]								
A A - Settlement Area I		478 850	5 998 418	277.1	0.0	45.0	38.8	
B B - Settlement Area I		477 345	5 998 289	269.0	0.0	45.0	38.0	
C C - Outdoor Area		478 594	5 998 228	273.8	0.0	45.0	39.3	
D D - Outdoor Area		475 941	5 997 478	267.4	0.0	45.0	42.8	
E E - Settlement Area II		474 058	5 997 170	250.6	0.0	45.0	44.8	
F F - Outdoor Area		477 183	5 997 151	250.0	0.0	45.0	43.8	
G G - Outdoor Area		477 298	5 998 980	254.0	0.0	45.0	40.6	
H H - Settlement Area III		474 765	5 996 750	262.2	0.0	45.0	44.8	
I I - Settlement Area III		475 274	5 996 694	259.4	0.0	45.0	43.4	
J J - Settlement Area III		475 866	5 996 532	274.1	0.0	45.0	44.9	
K K - Settlement Area III		475 823	5 996 503	273.1	0.0	45.0	44.8	
L L - Outdoor Area		475 860	5 996 333	272.0	0.0	45.0	46.1	
M M - Settlement Area IV		473 882	5 996 309	249.0	0.0	45.0	44.8	
N N - Settlement Area IV		473 478	5 996 059	233.3	0.0	45.0	42.2	
O O - Settlement Area V		478 585	5 996 743	252.4	0.0	45.0	42.2	
P P - Settlement Area V		476 409	5 994 787	248.7	0.0	45.0	38.6	
Q Q - Settlement Area VI		472 774	5 994 774	225.2	0.0	45.0	37.6	
R R - Settlement Area VII		474 549	5 994 575	258.2	0.0	45.0	43.6	
S S - Settlement Area VIII		479 913	5 995 895	258.0	0.0	45.0	41.0	
T T - Settlement Area IX		478 528	5 995 408	260.0	0.0	45.0	44.3	
U U - Outdoor Area		479 958	5 995 251	253.4	0.0	45.0	44.4	
V V - Settlement Area IX		478 544	5 995 079	258.0	0.0	45.0	43.0	

WindPRO is developed by EMC International A/S, Nets Jernvej 10, DK-6220 Aalborg Ø, Tel: +45 96 36 44 44, Fax: +45 96 36 44 45, e-mail: windpro@emc.dk



Project:  
13-1-3044-WR-BUR-N-S-ZVI\_tmPrinted:Page  
24.04.2014 11:52 / 2Contact user:  
CUBE Engineering  
Breitscheidstraße 6  
DE-34119 Kassel  
+49 (0) 561 28 85 73 0  
Timo Mertens / t.mertens@cube-engineering.com  
24.04.2014 11:29 / 2.269**DECIBEL - Main Result**

Calculation: noise impact Vestas V112

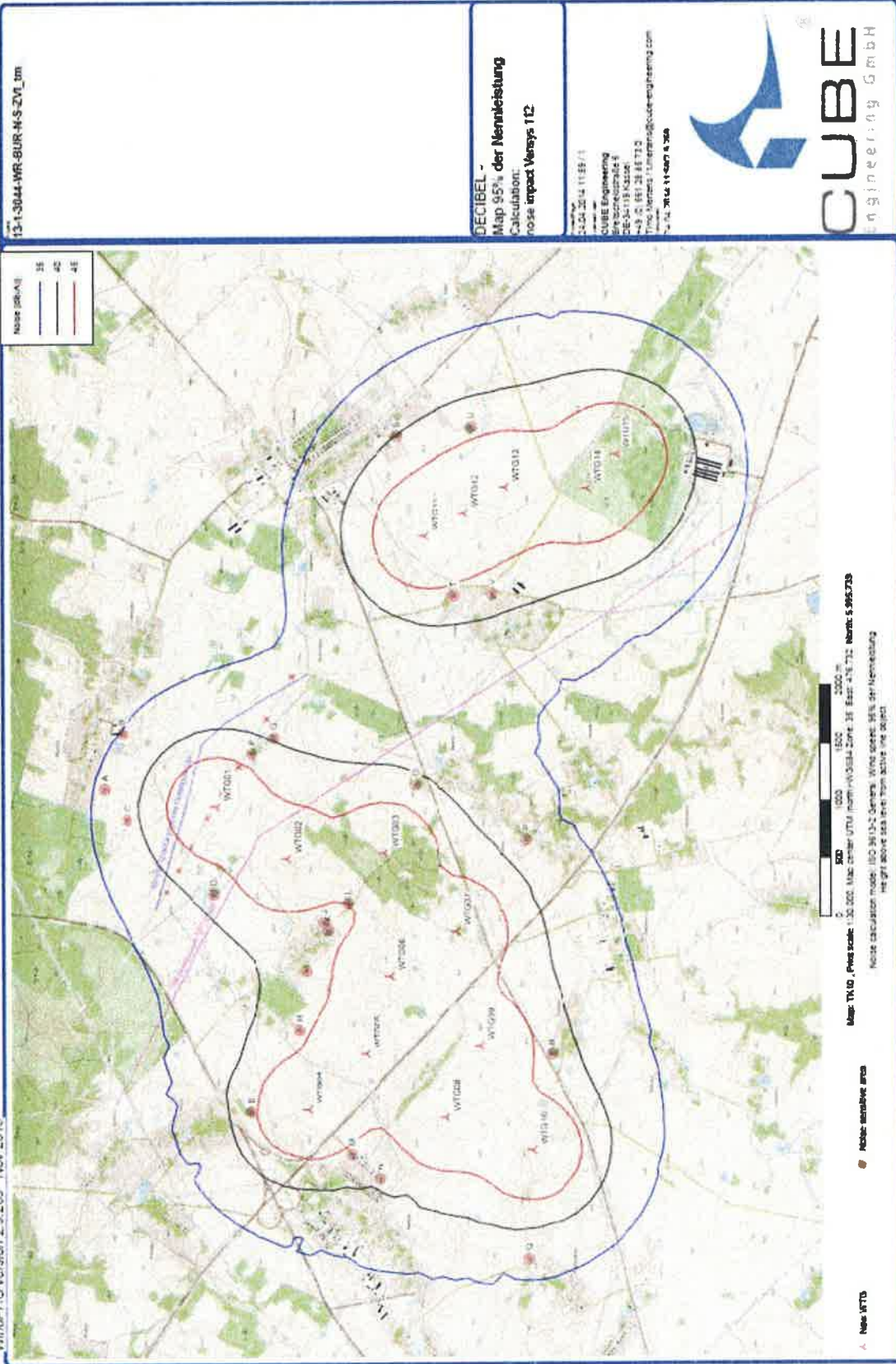
**Distances (m)**

	WTG	WTG01	WTG02	WTG03	WTG04	WTG05	WTG06	WTG07	WTG08	WTG09	WTG10	WTG11	WTG14	WTG13	WTG12	WTG15
NSA	WTG															
A	971	1673	2471	3280	3209	2948	3274	4062	3923	4839	3516	4897	4328	3911	5298	
B	1032	1785	2458	3634	3483	3131	3359	4348	4108	5093	3110	4525	3928	3509	4585	
C	775	1409	2234	2954	2886	2843	3000	3771	3616	4521	3545	4895	4348	3934	5281	
D	764	891	1509	2029	1897	1674	2113	2779	2636	3529	3595	4761	4329	3948	5147	
E	2663	2214	2521	485	1103	1677	2363	1683	2051	2452	5209	6129	5839	5507	6508	
F	552	958	1431	3124	2782	2272	2345	3572	3207	4208	2398	3694	3176	2773	4084	
G	774	1053	1379	3236	2852	2300	2302	3610	3207	4216	2175	3451	2947	2546	3831	
H	2064	1489	1703	695	809	915	1607	1480	1568	2272	4417	5310	5030	4705	5889	
I	1824	990	1229	1200	882	730	1346	1753	1633	2499	3909	4835	4534	4202	5216	
J	1371	644	795	1629	1194	737	1144	1960	1715	2672	3480	4389	4082	3751	4772	
K	1441	715	830	1584	1120	672	1112	1916	1649	2601	3519	4433	4134	3608	4815	
L	1408	856	542	1521	1315	734	974	2041	1682	2672	3254	4145	3855	3533	4527	
M	3235	2827	2832	543	881	1581	2139	881	1455	1567	5402	6124	5937	5650	6488	
N	3520	2888	2822	886	1086	1752	2240	777	1433	1339	5584	6243	6088	5817	6600	
O	1726	1285	647	2965	2373	1675	1319	2925	2330	3326	2162	2964	2624	2368	3345	
P	2889	2079	1231	3009	2323	1670	999	2507	1835	2696	2779	3090	3060	2888	3430	
Q	4762	4054	3735	2312	2272	2725	2908	1421	1894	940	6335	6701	6693	6494	7019	
R	3801	2848	2263	2183	1610	1546	1341	1084	628	852	4827	4916	4931	4755	5233	
S	3568	3787	3618	5892	5367	4888	4328	5925	5338	6306	897	1691	1035	881	1883	
T	2746	2702	2312	4834	4050	3350	2915	4527	3914	4881	578	1469	1036	722	1850	
U	3956	4069	3768	6085	5514	4816	4376	5991	5368	6295	1029	1120	595	746	1255	
V	3007	2903	2433	4749	4140	3435	2947	4560	3625	4542	772	1221	928	742	1608	

### 12.1.3 Noise Curve, Noise Mode 0

Sound Power Level at Hub Height, Noise Mode 0			
<b>Conditions for Sound Power Level:</b>		<b>Measurement standard IEC 61400-11 ed. 2 2002</b>	
		<b>Wind shear: 0.16</b>	
		<b>Maximum turbulence at 10 metre height: 16%</b>	
		<b>Inflow angle (vertical): 0 ±2°</b>	
		<b>Air density: 1.225 kg/m<sup>3</sup></b>	
Hub Height	84 m	94 m	119 m
LwA @ 3 m/s (10 m above ground) [dBA]	94.5	94.5	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	104.6	105.1
Wind speed at hub height [m/s]	8.4	8.6	8.9
LwA @ 7 m/s (10 m above ground) [dBA]	106.5	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

Table 12-3: Noise curve, noise mode 0





Project  
13-1-3044-WR-BUR-N-S-ZVL\_tm

Printed Page  
24.04.2014 11:53 / 1

License user  
CUBE Engineering  
Breitscheidstraße 6  
DE-34119 Kassel  
+49 (0) 561 28 65 73 0  
Timo Mertens / t.mertens@cube-engineering.com  
Created  
24.04.2014 11:48/29.269



## DECIBEL - Main Result

Calculation: noise impact Vensys 112

Noise calculation model:

ISO 9613-2 General

Wind speed:

95% rated power

Ground attenuation:

Alternative

Meteorological coefficient, C0:

0,0 dB

Type of demand in calculation:

1: WTG noise is compared to demand (DK, DE, SE, NL etc.)

Noise values in calculation:

All noise values are mean values (Lwa) (Normal)

Pure tones:

Pure and impulse tone penalty are added to WTG source noise

Height above ground level, when no value in NSA object:

0,0 m Don't allow override of model height with height from NSA object

Deviation from "official" noise demands. Negative is more restrictive,

positive is less restrictive.:

0,0 dB(A)



Scale 1:100.000

New WTG

Noise sensitive area

## WTGs

UTM (north)-WGS84 Zone: 35	East	North	Z	Row data/Description	WTG type	Valid	Manufacturer	Type/generator	Power	Rated	Rotor	Hub	Noise data	Wind	LeAval	Pure
													Creator	Time		tones
WTG01	476.708	5.997.456	283,3	VENSYS 112-2500 112.0 101	Yes	VENSYS	112-2500		2.500	112,0	93,5	USER	108.0 dB(A) (Level C) + 1 dB(A) safety margin	(95%)	107,0	0 dB
WTG02	476.250	5.998.880	319,0	VENSYS 112-2500 112.0 101	Yes	VENSYS	112-2500		2.500	112,0	93,5	USER	108.0 dB(A) (Level C) + 1 dB(A) safety margin	(95%)	107,0	0 dB
WTG03	476.207	5.998.012	272,0	VENSYS 112-2500 112.0 101	Yes	VENSYS	112-2500		2.500	112,0	93,5	USER	108.0 dB(A) (Level C) + 1 dB(A) safety margin	(95%)	107,0	0 dB
WTG04	474.074	5.998.695	252,0	VENSYS 112-2500 112.0 101	Yes	VENSYS	112-2500		2.500	112,0	93,5	USER	108.0 dB(A) (Level C) + 1 dB(A) safety margin	(95%)	107,0	0 dB
WTG05	474.554	5.998.185	244,0	VENSYS 112-2500 112.0 101	Yes	VENSYS	112-2500		2.500	112,0	93,5	USER	108.0 dB(A) (Level C) + 1 dB(A) safety margin	(95%)	107,0	0 dB
WTG06	475.225	5.995.985	284,4	VENSYS 112-2500 112.0 101	Yes	VENSYS	112-2500		2.500	112,0	93,5	USER	108.0 dB(A) (Level C) + 1 dB(A) safety margin	(95%)	107,0	0 dB
WTG07	475.614	5.995.391	272,0	VENSYS 112-2500 112.0 101	Yes	VENSYS	112-2500		2.500	112,0	93,5	USER	108.0 dB(A) (Level C) + 1 dB(A) safety margin	(95%)	107,0	0 dB
WTG08	474.302	5.995.488	254,5	VENSYS 112-2500 112.0 101	Yes	VENSYS	112-2500		2.500	112,0	93,5	USER	108.0 dB(A) (Level C) + 1 dB(A) safety margin	(95%)	107,0	0 dB
WTG09	474.605	5.995.707	264,7	VENSYS 112-2500 112.0 101	Yes	VENSYS	112-2500		2.500	112,0	93,5	USER	108.0 dB(A) (Level C) + 1 dB(A) safety margin	(95%)	107,0	0 dB
WTG10	473.713	5.994.742	242,6	VENSYS 112-2500 112.0 101	Yes	VENSYS	112-2500		2.500	112,0	93,5	USER	108.0 dB(A) (Level C) + 1 dB(A) safety margin	(95%)	107,0	0 dB
WTG11	479.045	5.995.695	262,4	VENSYS 112-2500 112.0 101	Yes	VENSYS	112-2500		2.500	112,0	93,5	USER	108.0 dB(A) (Level C) + 1 dB(A) safety margin	(95%)	107,0	0 dB
WTG12	479.045	5.995.320	262,0	VENSYS 112-2500 112.0 101	Yes	VENSYS	112-2500		2.500	112,0	93,5	USER	108.0 dB(A) (Level C) + 1 dB(A) safety margin	(95%)	107,0	0 dB
WTG13	479.494	5.994.982	256,4	VENSYS 112-2500 112.0 101	Yes	VENSYS	112-2500		2.500	112,0	93,5	USER	108.0 dB(A) (Level C) + 1 dB(A) safety margin	(95%)	107,0	0 dB
WTG14	479.455	5.994.268	254,0	VENSYS 112-2500 112.0 101	Yes	VENSYS	112-2500		2.500	112,0	93,5	USER	108.0 dB(A) (Level C) + 1 dB(A) safety margin	(95%)	107,0	0 dB
WTG15	479.732	5.994.018	254,3	VENSYS 112-2500 112.0 101	Yes	VENSYS	112-2500		2.500	112,0	93,5	USER	108.0 dB(A) (Level C) + 1 dB(A) safety margin	(95%)	107,0	0 dB

## Calculation Results

### Sound Level

Noise sensitive area		UTM (north)-WGS84 Zone: 35				Demands		Sound Level	
No.	Name	East	North	Z	Immission height	Noise	From WTGs		
				[m]	[m]	[dB(A)]	[dB(A)]		
A A -	Settlement Area I	476.560	5.998.419	277,1	0,0	45,0	35,9		
B B -	Settlement Area I	477.345	5.998.260	289,0	0,0	45,0	36,2		
C C -	Outdoor Area	476.564	5.998.226	273,8	0,0	45,0	38,4		
D D -	Outdoor Area	475.941	5.997.478	267,4	0,0	45,0	41,8		
E E -	Settlement Area II	474.058	5.997.170	250,6	0,0	45,0	43,6		
F F -	Outdoor Area	477.163	5.997.151	250,0	0,0	45,0	42,5		
G G -	Outdoor Area	477.298	5.996.980	254,0	0,0	45,0	39,7		
H H -	Settlement Area III	474.785	5.996.756	262,9	0,0	45,0	43,8		
I I -	Settlement Area III	475.274	5.996.664	250,4	0,0	45,0	42,4		
J J -	Settlement Area III	475.696	5.996.532	274,1	0,0	45,0	43,9		
K K -	Settlement Area III	475.628	5.996.503	273,1	0,0	45,0	43,8		
L L -	Outdoor Area	475.680	5.996.333	272,0	0,0	45,0	45,0		
M M -	Settlement Area IV	473.682	5.996.309	249,0	0,0	45,0	43,7		
N N -	Settlement Area IV	473.478	5.996.059	233,3	0,0	45,0	41,2		
O O -	Settlement Area V	476.835	5.995.743	252,4	0,0	45,0	41,2		
P P -	Settlement Area V	476.409	5.994.787	248,7	0,0	45,0	37,5		
Q Q -	Settlement Area VI	472.774	5.994.774	225,9	0,0	45,0	38,8		
R R -	Settlement Area VII	474.549	5.994.575	258,2	0,0	45,0	42,6		
S S -	Settlement Area VII	479.913	5.995.695	258,0	0,0	45,0	40,1		
T T -	Settlement Area IX	478.528	5.995.406	260,0	0,0	45,0	43,3		
U U -	Outdoor Area	479.988	5.995.251	253,4	0,0	45,0	43,3		
V V -	Settlement Area IX	478.544	5.995.079	258,0	0,0	45,0	42,1		

WindPRO is developed by ENVI International A/S, New Jerseyvej 13, DK-9220 Ålborg 3, Tel. +45 99 35 44 44, Fax +45 99 35 44 45, e-mail: windpro@envi.dk

Project  
13-1-3044-WR-BUR-II-S-ZVI\_tm

Printed Page  
24.04.2014 11:53:12

Licensee user  
CUBE Engineering  
Breitscheidstraße 6  
DE-34119 Kassel  
+49 (0) 561 28 55 73 0  
Timo Mertens / t.mertens@cube-engineering.com  
Customer  
24.04.2014 11:48:29.269



## DECIBEL - Main Result

Calculation: noise impact Vensys 112

### Distances (m)

	WTG														
NSA	WTG01	WTG02	WTG03	WTG04	WTG05	WTG06	WTG07	WTG08	WTG09	WTG10	WTG11	WTG14	WTG13	WTG12	WTG15
A	971	1673	2471	3280	3209	2948	3274	4092	3923	4839	3518	4897	4328	3911	5288
B	1032	1755	2488	3634	3483	3131	3359	4348	4106	5063	3110	4525	3928	3509	4985
C	775	1409	2234	2954	2898	2643	3000	3771	3618	4521	3545	4885	4346	3934	5281
D	784	691	1509	2029	1897	1874	2113	2779	2838	3529	3595	4781	4329	3946	5147
E	2863	2214	2521	485	1103	1677	2383	1883	2051	2452	5209	6129	5839	5507	6508
F	552	958	1431	3124	2782	2272	2345	3572	3207	4208	2398	3684	3176	2773	4084
G	774	1053	1379	3238	2852	2300	2302	3610	3207	4218	2175	3451	2947	2548	3831
H	2064	1489	1703	685	609	915	1807	1480	1588	2272	4417	5310	5030	4705	5689
I	1824	990	1229	1200	882	730	1348	1753	1833	2499	3909	4835	4534	4202	5218
J	1371	644	795	1829	1194	737	1144	1990	1715	2572	3480	4399	4062	3751	4772
K	1441	718	830	1584	1120	672	1112	1916	1649	2601	3519	4433	4134	3806	4815
L	1408	656	542	1821	1315	734	974	2041	1682	2672	3254	4146	3855	3533	4527
M	3235	2627	2832	543	881	1581	2139	881	1455	1567	5402	6124	5937	5650	6488
N	3520	2888	2822	888	1086	1752	2240	777	1433	1339	5584	6243	6058	5817	6800
O	1726	1285	647	2985	2373	1675	1319	2695	2330	3326	2162	2964	2694	2398	3345
P	2689	2079	1231	3009	2323	1670	999	2507	1635	2696	2779	3090	3080	2886	3430
Q	4762	4054	3735	2312	2272	2725	2905	1421	1894	940	6335	6701	6693	6494	7019
R	3601	2848	2283	2183	1610	1546	1341	1054	628	852	4827	4916	4931	4755	5233
S	3588	3787	3618	5892	5387	4688	4325	5925	5338	6308	897	1091	1035	881	1983
T	2748	2702	2312	4834	4050	3350	2915	4527	3914	4881	578	1469	1035	722	1950
U	3956	4089	3768	6085	5514	4818	4376	5991	5388	6295	1029	1120	598	746	1255
V	3007	2903	2433	4749	4140	3435	2947	4560	3925	4842	772	1221	928	742	1608

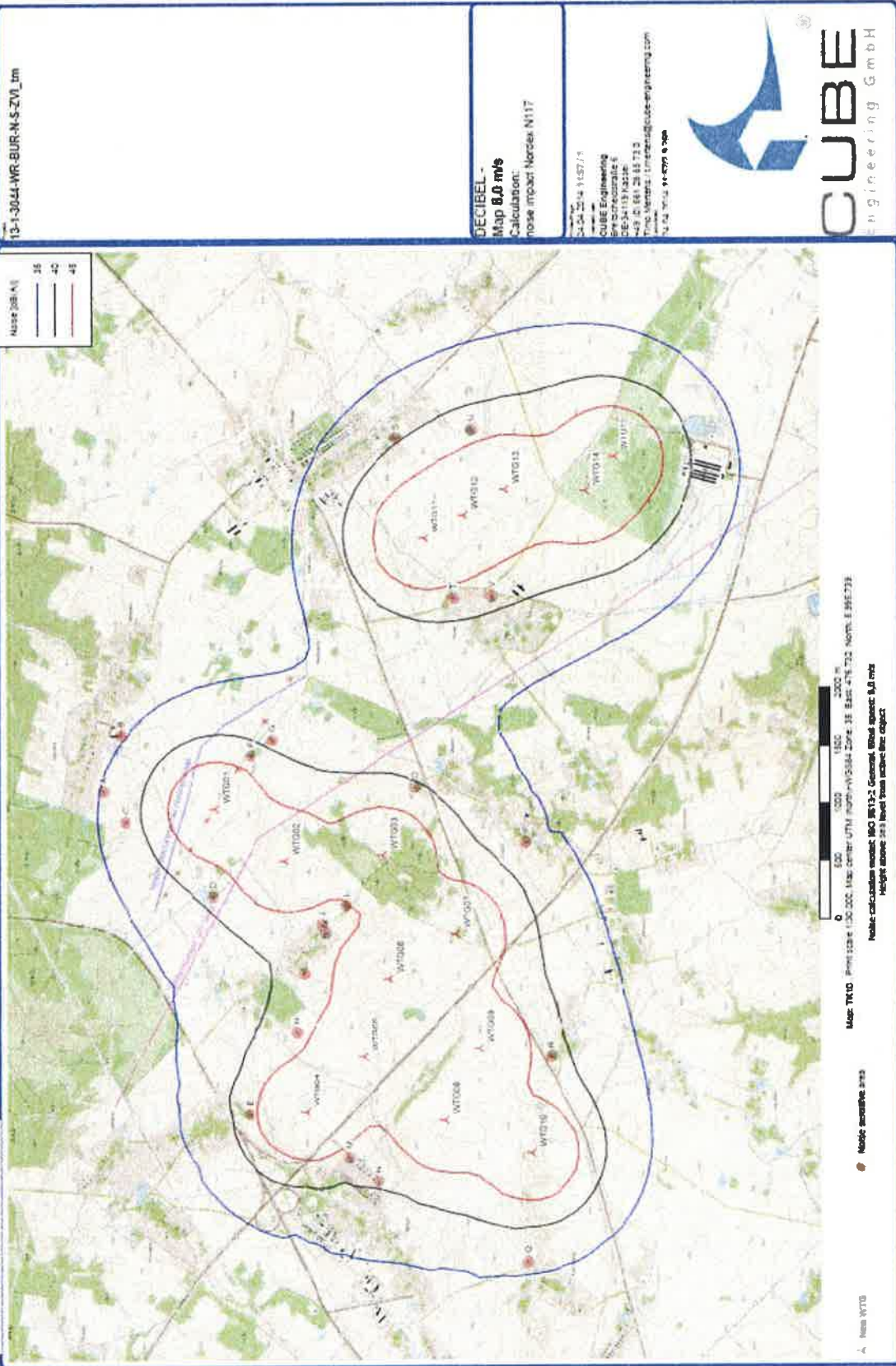
**Prognostizierter Schallleistungspegel der VENSYS 112 mit 2,5 MW Nennleistung**

Schallleistungspegel bei 95% Nennleistung [dB(A)]	106
---	-----

1. Der prognostizierte Schallleistungspegel gilt für den leistungsoptimierten Betrieb der WEA. Die zugehörige Leistungskennlinie ist die berechnete Kennlinie vom März 2012. Für schallkritische Standorte besteht die Möglichkeit einer schallreduzierten Betriebsweise. Hierbei wird Leistung und Drehzahl der WEA entsprechend abgesenkt.
2. Der prognostizierte Schallleistungspegel für 95% Nennleistung ist nach FGW Technische Richtlinie Teil 1 Rev. 18 ermittelt.
3. Die prognostizierte Tonhaltigkeit liegt im gesamten Leistungsbereich bei K<sub>tn</sub> = 0 - 1 dB. Dies gilt für den Nahbereich gemäß aktueller FGW-Richtlinie sowie DIN 45681.
4. Die erwartete Impulshaltigkeit liegt im gesamten Leistungsbereich bei K<sub>IN</sub> = 0 dB. Dies gilt für den Nahbereich gemäß aktueller FGW-Richtlinie sowie DIN 45645-1.
5. Auf Grund von Unsicherheiten bei der Schallleistungsprognose empfiehlt VENSYS einen Sicherheitsfaktor von 1dB für den Schallleistungspegel.
6. Die erwähnten Werte basieren auf Abschätzungen. Eine standort- oder projektbezogene Garantie über die Einhaltung des oben angegebenen Schallleistungspegels wird durch dieses Datenblatt nicht übernommen.

Erstellt/Datum: A. Morawietz/24.09.2012 Freigegeben/Datum: T. Peters/24.09.2012	Datei: Prognostizierter Schallleistungspegel VENSYS 112 Rev A.docx	Seite 1 von 1
--	--	---------------





Project:  
13-1-3044-WR-BUR-N-S-ZVI\_tm

Printed Page:  
24.04.2014 11:54 / 1

Licensee User:  
CUBE Engineering  
Breitscheidstraße 8  
DE-34119 Kassel  
+49 (0) 561 28 55 73 0  
Timo Mertens / t.mertens@cube-engineering.com  
Created:  
24.04.2014 11:47/2.9.269



## DECIBEL - Main Result

Calculation: noise impact Nordex N117

Noise calculation model:

ISO 9613-2 General

Wind speed:

8,0 m/s

Ground attenuation:

Alternative

Meteorological coefficient, C0:

0,0 dB

Type of demand in calculation:

1: WTG noise is compared to demand (DK, DE, SE, NL etc.)

Noise values in calculation:

All noise values are mean values (Lwa) (Normal)

Pure tones:

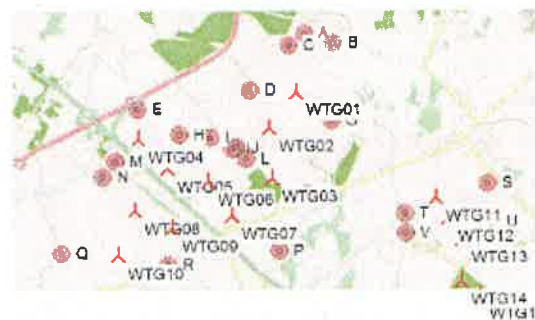
Pure and impulse tone penalty are added to WTG source noise

Height above ground level, when no value in NSA object:

0,0 m Don't allow override of model height with height from NSA object

Deviation from "official" noise demands. Negative is more restrictive, positive is less restrictive:

0,0 dB(A)



Scale 1:100,000

New WTG

Noise sensitive area

## WTGs

UTM (north)-WGS84 Zone: 35				WTG type	Valid	Manufacturer	Type-generator	Power, rated [kW]	Rotor diameter [m]	Hub height [m]	Noise data		Wind speed [m/s]	Lwa, all [dB(A)]	Pure tones
East	North	Z	Row data/Description								Creator	Name			
WTG01	476.708	5.997.456	263,3	NORDEX N117 2400 115 8 10, Yes	NORDEX		N117-2.400	2.400	115,8	120,0	USER	105,0 dB(A) (Level 0) + 1 dB(A) safety margin	8,0	105,0	0 dB
WTG02	476.250	5.996.885	275,0	NORDEX N117 2400 115 8 10, Yes	NORDEX		N117-2.400	2.400	115,8	120,0	USER	105,0 dB(A) (Level 0) + 1 dB(A) safety margin	8,0	105,0	0 dB
WTG03	476.297	5.996.012	272,0	NORDEX N117 2400 115 8 10, Yes	NORDEX		N117-2.400	2.400	115,8	120,0	USER	105,0 dB(A) (Level 0) + 1 dB(A) safety margin	8,0	105,0	0 dB
WTG04	474.074	5.996.685	252,0	NORDEX N117 2400 115 8 10, Yes	NORDEX		N117-2.400	2.400	115,8	120,0	USER	105,0 dB(A) (Level 0) + 1 dB(A) safety margin	8,0	105,0	0 dB
WTG05	474.554	5.996.195	244,0	NORDEX N117 2400 115 8 10, Yes	NORDEX		N117-2.400	2.400	115,8	120,0	USER	105,0 dB(A) (Level 0) + 1 dB(A) safety margin	8,0	105,0	0 dB
WTG06	475.225	5.995.965	266,4	NORDEX N117 2400 115 8 10, Yes	NORDEX		N117-2.400	2.400	115,8	120,0	USER	105,0 dB(A) (Level 0) + 1 dB(A) safety margin	8,0	105,0	0 dB
WTG07	475.874	5.995.591	272,0	NORDEX N117 2400 115 8 10, Yes	NORDEX		N117-2.400	2.400	115,8	120,0	USER	105,0 dB(A) (Level 0) + 1 dB(A) safety margin	8,0	105,0	0 dB
WTG08	474.022	5.995.468	254,3	NORDEX N117 2400 115 8 10, Yes	NORDEX		N117-2.400	2.400	115,8	120,0	USER	105,0 dB(A) (Level 0) + 1 dB(A) safety margin	8,0	105,0	0 dB
WTG09	474.620	5.995.197	264,7	NORDEX N117 2400 115 8 10, Yes	NORDEX		N117-2.400	2.400	115,8	120,0	USER	105,0 dB(A) (Level 0) + 1 dB(A) safety margin	8,0	105,0	0 dB
WTG10	473.713	5.994.742	242,0	NORDEX N117 2400 115 8 10, Yes	NORDEX		N117-2.400	2.400	115,8	120,0	USER	105,0 dB(A) (Level 0) + 1 dB(A) safety margin	8,0	105,0	0 dB
WTG11	479.045	5.995.665	262,4	NORDEX N117 2400 115 8 10, Yes	NORDEX		N117-2.400	2.400	115,8	120,0	USER	105,0 dB(A) (Level 0) + 1 dB(A) safety margin	8,0	105,0	0 dB
WTG12	479.245	5.995.320	262,0	NORDEX N117 2400 115 8 10, Yes	NORDEX		N117-2.400	2.400	115,8	120,0	USER	105,0 dB(A) (Level 0) + 1 dB(A) safety margin	8,0	105,0	0 dB
WTG13	478.664	5.994.962	256,4	NORDEX N117 2400 115 8 10, Yes	NORDEX		N117-2.400	2.400	115,8	120,0	USER	105,0 dB(A) (Level 0) + 1 dB(A) safety margin	8,0	105,0	0 dB
WTG14	479.455	5.994.269	254,0	NORDEX N117 2400 115 8 10, Yes	NORDEX		N117-2.400	2.400	115,8	120,0	USER	105,0 dB(A) (Level 0) + 1 dB(A) safety margin	8,0	105,0	0 dB
WTG15	479.732	5.994.018	254,3	NORDEX N117 2400 115 8 10, Yes	NORDEX		N117-2.400	2.400	115,8	120,0	USER	105,0 dB(A) (Level 0) + 1 dB(A) safety margin	8,0	105,0	0 dB

## Calculation Results

### Sound Level

Noise sensitive area		UTM (north)-WGS84 Zone: 35				Demands		Sound Level	
No.	Name	East	North	Z	Immission height	Noise	From WTGs		
				[m]	[m]	[dB(A)]	[dB(A)]		
A A -	Settlement Area I	476.859	5.998.418	277,1	0,0	45,0	35,3		
B B -	Settlement Area I	477.345	5.998.289	269,0	0,0	45,0	34,5		
C C -	Outdoor Area	476.594	5.998.228	273,8	0,0	45,0	37,8		
D D -	Outdoor Area	475.941	5.997.478	267,4	0,0	45,0	41,3		
E E -	Settlement Area II	474.058	5.997.170	250,6	0,0	45,0	43,3		
F F -	Outdoor Area	477.163	5.997.151	259,0	0,0	45,0	42,1		
G G -	Outdoor Area	477.298	5.996.960	254,0	0,0	45,0	39,2		
H H -	Settlement Area III	474.765	5.996.756	262,9	0,0	45,0	43,3		
I I -	Settlement Area III	475.274	5.996.694	259,4	0,0	45,0	41,9		
J J -	Settlement Area III	475.686	5.996.532	274,1	0,0	45,0	43,4		
K K -	Settlement Area III	475.628	5.996.503	273,1	0,0	45,0	43,3		
L L -	Outdoor Area	475.880	5.996.333	272,0	0,0	45,0	44,6		
M M -	Settlement Area IV	473.682	5.996.309	249,0	0,0	45,0	43,3		
N N -	Settlement Area IV	473.476	5.996.059	233,3	0,0	45,0	40,7		
O O -	Settlement Area V	476.885	5.995.743	252,4	0,0	45,0	40,7		
P P -	Settlement Area V	476.409	5.994.787	248,7	0,0	45,0	37,1		
Q Q -	Settlement Area VI	472.774	5.994.774	225,9	0,0	45,0	36,1		
R R -	Settlement Area VII	474.549	5.994.575	258,2	0,0	45,0	42,1		
S S -	Settlement Area VIII	479.913	5.995.695	258,0	0,0	45,0	39,6		
T T -	Settlement Area IX	478.528	5.995.406	260,0	0,0	45,0	42,9		
U U -	Outdoor Area	479.988	5.995.251	253,4	0,0	45,0	42,9		
V V -	Settlement Area IX	478.544	5.995.079	258,0	0,0	45,0	41,6		

WindPRO is developed by EMD International A/S, Niels Jernvej 10, DK-2220 Asnæs, Tel. +45 96 36 44 44, Fax +45 96 36 44 45, e-mail: windpro@emd.dk



Project  
13-1-3044-WR-BUR-N-S-ZVI\_tm

Printed on  
24.04.2014 11:54 / 2

Location:  
CUBE Engineering  
Breitscheidstraße 6  
DE-34119 Kassel  
+49 (0) 561 28 85 73 0  
Timo Mertens / T.mertens@cube-engineering.com  
Created on  
24.04.2014 11:47/2.9.269



## DECIBEL - Main Result

Calculation: noise impact Nordex N117

### Distances (m)

	WTG															
NSA	WTG01	WTG02	WTG03	WTG04	WTG05	WTG06	WTG07	WTG08	WTG09	WTG10	WTG11	WTG14	WTG13	WTG12	WTG15	
A	971	1673	2471	3280	3209	2948	3274	4092	3923	4839	3516	4897	4325	3911	5266	
B	1032	1785	2488	3634	3483	3131	3359	4348	4106	5063	3110	4525	3928	3509	4885	
C	775	1409	2234	2954	2886	2643	3000	3771	3616	4521	3545	4885	4346	3934	5261	
D	764	891	1509	2029	1897	1674	2113	2779	2636	3529	3595	4781	4329	3946	5147	
E	2863	2214	2521	485	1103	1677	2363	1683	2051	2452	5209	6129	5839	5507	6508	
F	552	958	1431	3124	2782	2272	2345	3572	3207	4208	2398	3684	3176	2773	4084	
G	774	1053	1379	3238	2852	2300	2302	3610	3207	4216	2175	3451	2947	2546	3831	
H	2064	1489	1703	695	609	915	1607	1480	1566	2272	4417	5310	5030	4705	5689	
I	1624	990	1229	1200	882	730	1346	1753	1633	2499	3909	4635	4534	4202	5218	
J	1371	644	765	1629	1194	737	1144	1990	1715	2672	3460	4389	4082	3751	4772	
K	1441	718	830	1584	1120	672	1112	1916	1649	2601	3519	4433	4134	3808	4815	
L	1408	656	542	1821	1315	734	974	2041	1682	2672	3254	4146	3855	3533	4527	
M	3235	2627	2632	543	881	1581	2139	881	1455	1587	5402	6124	5937	5650	6488	
N	3520	2888	2822	866	1088	1752	2240	777	1433	1339	5584	6243	6088	5817	6600	
O	1726	1285	647	2965	2373	1675	1319	2895	2330	3326	2162	2964	2894	2398	3345	
P	2689	2079	1231	3009	2323	1670	999	2507	1835	2696	2779	3090	3080	2888	3430	
Q	4782	4054	3735	2312	2272	2725	2906	1421	1894	940	6335	6701	6693	6494	7019	
R	3601	2848	2263	2163	1610	1546	1341	1054	626	552	4827	4916	4931	4755	5233	
S	3568	3787	3618	5892	5367	4688	4328	5925	5338	6306	897	1691	1035	881	1883	
T	2746	2702	2312	4634	4050	3350	2915	4527	3914	4881	578	1469	1036	722	1850	
U	3956	4099	3768	6085	5514	4816	4376	5991	5368	6295	1029	1120	598	746	1255	
V	3007	2903	2433	4749	4140	3435	2947	4580	3925	4542	772	1221	828	742	1608	

## Schallemission Nordex N117/2400

Schallemissionswerte  
entsprechend IEC 61400-11: 2002 [1]  
Nabenhöhe: 120 m

Standardisierte Windgeschwindigkeit (in 10 m ü. G.)	Schalleistungs- pegel
$v_S$ [m/s]	$L_{WA}$ [dB(A)]
3	97,2
4	100,8
5	104,1
6	104,6
7	105,0
8	105,0
9	105,0
10	105,0
11	105,0
12	105,0

Die Bestimmung der standardisierten Windgeschwindigkeit in 10 m über Grund nach IEC 61400-11 [1] basiert auf einer Rauigkeitslänge  $z_0 = 0,05$  m. Die tatsächliche Windgeschwindigkeit in 10 m über Grund kann sich in Abhängigkeit der tatsächlichen Rauigkeitslänge am jeweiligen Standort von der standardisierten Windgeschwindigkeit unterscheiden.

Die Geräusche im Nahbereich von Windenergieanlagen können Tonhaltigkeiten aufweisen. Die spezifizierten Schalleistungspegel sind inklusive eventueller Tonzuschläge  $K_{TN}$  entsprechend Technischer Richtlinie für Windenergieanlagen [2] zu verstehen, wobei Tonzuschläge  $K_{TN} \leq 2$  dB nicht berücksichtigt werden.

Der angegebene Schalleistungspegel ist ein Erwartungswert im Sinne der Statistik. Ergebnisse von Einzelmessungen werden innerhalb des Vertrauensbereiches gemäß IEC 61400-14 [4] liegen.

Messungen der Schalleistung sind an der Referenzposition nach Methode 1 der IEC 61400-11 [1] von einem nach ISO/IEC 17025 [3] für Schallemissionsmessungen an Windenergieanlagen akkreditierten Messinstitut durchzuführen. Die Bestimmung von Tonzuschlägen  $K_{TN}$  im Nahbereich der WEA aus diesen Messungen ist entsprechend der Technischen Richtlinie für Windenergieanlagen [2] durchzuführen.

- [1] IEC 61400-11 ed. 2: Wind Turbine Generator Systems – Part 11: Acoustic Noise Measurement Techniques; 2002-12
- [2] Technische Richtlinie für Windenergieanlagen – Teil 1: Bestimmung der Schallemissionswerte, Revision 18; FGW 2008-02
- [3] ISO/IEC 17025: Allgemeine Anforderungen an die Kompetenz von Prüf- und Kalibrierlaboratorien; 2005-08
- [4] IEC 61400-14, Wind turbines – Part 14: Declaration of apparent sound power level and tonality values, first edition, 2005-03



Оценка воздействия эффекта бросков тени  
15 ветроэнергетических установок  
на территории  
**д. Бурмаки**  
(Республика Беларусь)

Дата: 28 апреля 2014 г.

Отчет № 13-1-3044а-SM

Заказчик:

Государственное производственное объединение «Белоруснефть»

Ул. Рогачевская, 9

246003, Гомель

Республика Беларусь

Подготовила:

Компания CUBE Engineering GmbH

Дипломированный инженер (FH) Тимо Мертенс Breitscheidstraße 6

DE-34119 Кассель

Тел.: +49 561 288 573-0

Факс: +49 561 288 573-19



**Таблица 1. Максимально превышенное время бросков тени (по астрономическим данным)**

Регистр	Наименование	Макс. ч/год – Vestas V112	Макс. ч/день – Vestas V112	Макс. ч/год – Vensys 112	Макс. ч/день – Vensys 112	Макс. ч/год – Nordex N117	Макс. ч/день – Nordex N117
B	Жилая зона I	27:28	0:27	23:47	0:27	29:19	0:28
C	Открытая зона	0:00	0:00	0:00	0:00	0:57	0:08
D	Открытая зона	67:35	0:40	58:08	0:40	72:16	0:41
E	Жилая зона II	85:20	1:11	61:42	1:03	83:58	1:11
F	Открытая зона	26:31	0:27	45:52	0:38	28:32	0:28
G	Открытая зона	19:39	0:25	19:17	0:25	21:22	0:25
H	Жилая зона III	99:32	1:15	67:14	1:04	98:31	1:19
I	Жилая зона III	70:29	0:52	49:44	0:51	70:16	0:53
J	Жилая зона III	92:01	1:02	114:15	1:02	98:15	1:05
K	Жилая зона III	110:52	0:50	117:42	0:41	111:52	0:53
L	Открытая зона	69:53	1:22	70:20	1:24	70:20	1:26
M	Жилая зона IV	48:57	0:40	31:22	0:29	49:30	0:43
N	Жилая зона IV	41:49	0:52	48:40	0:51	45:26	0:54
O	Жилая зона V	54:40	0:42	63:54	0:42	53:41	0:44
Q	Жилая зона VI	30:43	0:27	29:22	0:28	33:03	0:29
R	Жилая зона VII	17:54	0:31	17:59	0:31	19:44	0:32
S	Жилая зона VIII	37:25	0:30	33:17	0:30	41:58	0:32
T	Жилая зона III	53:42	0:43	46:17	0:39	51:50	0:45
U	Открытая зона	78:58	0:43	70:16	0:43	87:20	0:44
V	Жилая зона IX	61:03	0:36	52:08	0:36	67:01	0:38
W	Жилая зона III	125:27	0:51	122:38	0:47	130:32	0:56
X	Жилая зона III	124:16	0:43	98:50	0:43	129:55	0:45
Y	Жилая зона IV	37:46	0:28	35:37	0:28	41:09	0:29
Z	Жилая зона IV	38:50	0:27	51:40	0:42	43:40	0:29
AA	Жилая зона IV	59:10	0:39	75:01	0:35	57:10	0:33



Регистр	Наименование	Макс. ч/год – Vestas V112	Макс. ч/день – Vestas V112	Макс. ч/год – Vensys 112	Макс. ч/день – Vensys 112	Макс. ч/год – Nordex N117	Макс. ч/день – Nordex N117
AB	Жилая зона IV	34:14	0:25	42:36	0:36	36:28	0:26
AC	Жилая зона IV	34:40	0:21	38:54	0:21	37:13	0:22
AD	Жилая зона V	51:28	0:36	49:49	0:36	54:43	0:37
AE	Жилая зона V	30:36	0:28	33:39	0:27	27:40	0:29
AF	Жилая зона X	32:32	0:28	29:51	0:29	34:29	0:30
AG	Жилая зона VIII	30:42	0:29	29:09	0:29	32:43	0:30
AH	Жилая зона XI	21:34	0:33	4:50	0:17	24:10	0:35
AI	Жилая зона VIII	38:21	0:29	30:10	0:29	41:11	0:30
AJ	Жилая зона VIII	38:21	0:26	34:27	0:27	41:11	0:27
AK	Жилая зона VIII	31:53	0:27	34:07	0:28	34:46	0:28
AL	Жилая зона IV	23:31	0:24	31:49	0:30	19:50	0:26
AM	Жилая зона VIII	38:50	0:31	44:56	0:31	42:23	0:32
AN	Жилая зона VIII	39:50	0:26	30:23	0:27	43:12	0:27
AO	Жилая зона VIII	44:29	0:26	39:38	0:26	47:46	0:27
AP	Жилая зона VIII	41:31	0:29	40:19	0:30	44:51	0:30
AQ	Жилая зона IX	74:32	0:39	64:17	0:39	69:04	0:41
AR	Жилая зона IX	106:11	0:47	107:09	0:47	100:04	0:49
AS	Жилая зона IX	56:05	0:33	63:09	0:36	60:21	0:35
AT	Жилая зона IX	35:23	0:24	35:02	0:25	33:07	0:25
AU	Жилая зона IX	37:09	0:28	30:56	0:28	38:59	0:29
AV	Жилая зона V	25:45	0:27	29:34	0:27	27:13	0:29
AW	Жилая зона IX	33:15	0:31	33:44	0:31	35:56	0:32
AX	Жилая зона IX	42:53	0:25	30:39	0:25	43:07	0:26
AY	Жилая зона IX	33:58	0:25	36:31	0:26	32:03	0:25
AZ	Жилая зона VII	24:07	0:31	19:00	0:31	26:36	0:33
BA	Жилая зона III	68:05	1:02	35:41	0:32	70:43	1:06



Регист р	Наименование	Макс. ч/год – Vestas V112	Макс. ч/день – Vestas V112	Макс. ч/год – Vensys 112	Макс. ч/день – Vensys 112	Макс. ч/год – Nordex N117	Макс. ч/день – Nordex N117
БВ	Жилая зона III	81:43	0:34	53:28	0:34	89:26	0:35
ВС	Жилая зона II	56:29	1:01	32:00	0:49	47:57	0:49



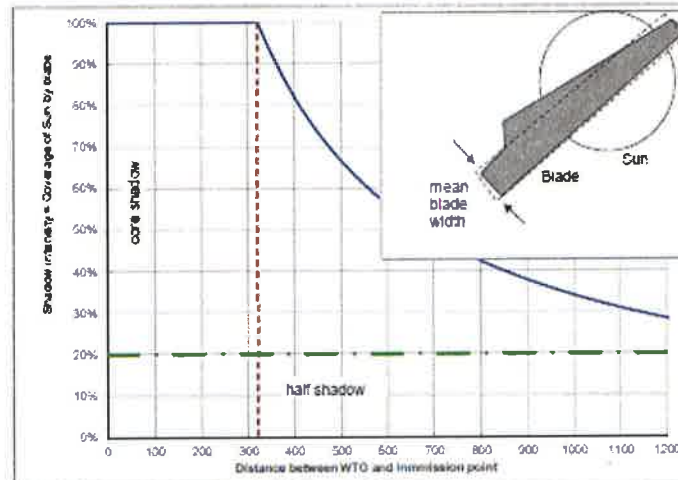
## Shadow intensity / Maximum Shadow Distance

WTG Data	
Manufacturer	Vestas
Type	V112
Rotor diameter	112
Hub height	119
mean blade width	2,51
Max. blade width	4,00
Min. blade width (R=50%)	1,03
rpm (initial)	6,2
rpm (full load)	12,8

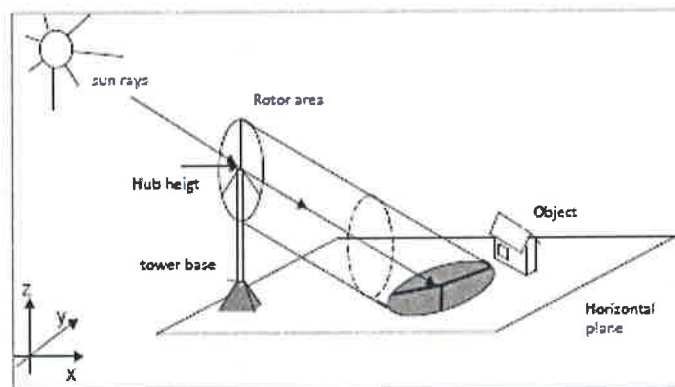
Shadow data		
Length from WTG Hub	core shadow	342,7
Length from WTG base	core shadow	321,3
Length from Hub at sun coverage 20%		1713,3
Length from Hub at sun coverage 15%		2254,4
Length fr. WTG base at sun coverage 20%		1709,2
Shadow length at 3° sun height		2270,7
Shadow frequency [Hz] from		0,3
Shadow frequency [Hz] to		0,6

Calculation base	
adapt. Sun diameter	1097780
Distance	149597890
arc length	0,420
Min. sun height	3
Cut-in wind sp. [m/s]	3
All data in m	

Distance	Intensity	Shadow speed
0	100,0%	0,52 m/min
160	100,0%	0,87 m/min
321	100,0%	1,50 m/min
350	92,7%	1,61 m/min
375	87,1%	1,72 m/min
400	82,1%	1,82 m/min
425	77,6%	1,93 m/min
450	73,6%	2,03 m/min
475	70,0%	2,14 m/min
500	66,7%	2,24 m/min
525	63,7%	2,35 m/min
550	60,9%	2,46 m/min
575	58,4%	2,56 m/min
600	56,0%	2,67 m/min
625	53,9%	2,78 m/min
650	51,9%	2,88 m/min
675	50,0%	2,99 m/min
700	48,3%	3,10 m/min
725	46,6%	3,21 m/min
750	45,1%	3,31 m/min
775	43,7%	3,42 m/min
800	42,4%	3,53 m/min
825	41,1%	3,64 m/min
850	39,9%	3,74 m/min
875	38,8%	3,85 m/min
900	37,7%	3,96 m/min
925	36,7%	4,07 m/min
950	35,8%	4,18 m/min
975	34,9%	4,29 m/min
1000	34,0%	4,39 m/min
1025	33,2%	4,50 m/min
1050	32,4%	4,61 m/min
1075	31,7%	4,72 m/min
1100	31,0%	4,83 m/min
1125	30,3%	4,94 m/min
1150	29,6%	5,04 m/min
1175	29,0%	5,15 m/min
1200	28,4%	5,26 m/min
1225	27,8%	5,37 m/min
1250	27,3%	5,48 m/min
1275	26,6%	5,59 m/min
1300	26,2%	5,70 m/min
1325	25,8%	5,80 m/min
1350	25,3%	5,91 m/min
1375	24,8%	6,02 m/min
1400	24,4%	6,13 m/min
1425	24,0%	6,24 m/min
1450	23,6%	6,35 m/min
1475	23,2%	6,46 m/min



Intensity of shadow in relation to the distance  
for a Vestas V112 with 119m hub height and 2,51m mean blade width



Shadow flicker from wind turbines

Project  
13-1-3044-WR-BUR-N-S-ZVI\_tm

Printed Page  
28.04.2014 11:24 / 1  
Location User  
CUBE Engineering  
Breitscheidstraße 6  
DE-34119 Kassel  
+49 (0) 561 29 85 73 0  
Timo Mertens / t.mertens@cube-engineering.com  
Calculated:  
28.04.2014 11:02/29.269



## SHADOW - Main Result

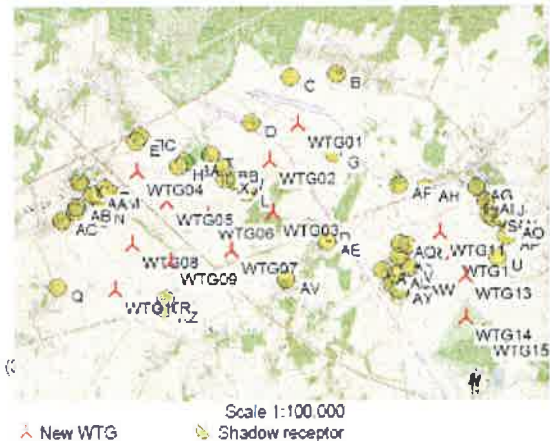
Calculation: shadow flicker - Vestas V112

### Assumptions for shadow calculations

Maximum distance for influence  
Calculate only when more than 20 % of sun is covered by the blade  
Please look in WTG table

Minimum sun height over horizon for influence 3 °  
Day step for calculation 1 days  
Time step for calculation 1 minutes  
The calculated times are 'worst case' given by the following assumptions:  
The sun is shining all the day, from sunrise to sunset  
The rotor plane is always perpendicular to the line from the WTG to the sun  
The WTG is always operating

A ZVI (Zones of Visual Influence) calculation is performed before flicker calculation so non visible WTG do not contribute to calculated flicker values. A WTG will be visible if it is visible from any part of the receiver window. The ZVI calculation is based on the following assumptions:  
Height contours used: Höhenlinien: CONTOURLINE\_ONLINEDATA\_1.wpo (C)  
Obstacles used in calculation  
Eye height: 1.5 m  
Grid resolution: 10.0 m



### WTGs

UTM (north)-WGS84 Zone: 35				WTG type			Shadow data				
East	North	Z	Row data/Description	Valid	Manufact	Type-generator	Power, rated [kW]	Rotor diameter [m]	Hub height [m]	Calculation distance [m]	RPM
[m]											
WTG01	478.708	5.997.459	283,3 VESTAS V112 3075 112,0	Yes	VESTAS	V112-3.075	3.075	112,0	119,0	1.709	12,8
WTG02	478.250	5.996.880	278,0 VESTAS V112 3075 112,0	Yes	VESTAS	V112-3.075	3.075	112,0	119,0	1.709	12,8
WTG03	478.297	5.996.012	272,0 VESTAS V112 3075 112,0	Yes	VESTAS	V112-3.075	3.075	112,0	119,0	1.709	12,8
WTG04	474.074	5.996.685	252,6 VESTAS V112 3075 112,0	Yes	VESTAS	V112-3.075	3.075	112,0	119,0	1.709	12,8
WTG05	474.554	5.996.185	244,0 VESTAS V112 3075 112,0	Yes	VESTAS	V112-3.075	3.075	112,0	119,0	1.709	12,8
WTG06	475.225	5.995.985	268,4 VESTAS V112 3075 112,0	Yes	VESTAS	V112-3.075	3.075	112,0	119,0	1.709	12,8
WTG07	475.814	5.995.391	272,0 VESTAS V112 3075 112,0	Yes	VESTAS	V112-3.075	3.075	112,0	119,0	1.709	12,8
WTG08	474.002	5.995.488	254,3 VESTAS V112 3075 112,0	Yes	VESTAS	V112-3.075	3.075	112,0	119,0	1.709	12,8
WTG09	474.620	5.995.197	264,7 VESTAS V112 3075 112,0	Yes	VESTAS	V112-3.075	3.075	112,0	119,0	1.709	12,8
WTG10	473.713	5.994.742	242,6 VESTAS V112 3075 112,0	Yes	VESTAS	V112-3.075	3.075	112,0	119,0	1.709	12,8
WTG11	479.045	5.995.655	262,4 VESTAS V112 3075 112,0	Yes	VESTAS	V112-3.075	3.075	112,0	119,0	1.709	12,8
WTG12	479.245	5.995.320	262,0 VESTAS V112 3075 112,0	Yes	VESTAS	V112-3.075	3.075	112,0	119,0	1.709	12,8
WTG13	479.484	5.994.962	256,4 VESTAS V112 3075 112,0	Yes	VESTAS	V112-3.075	3.075	112,0	119,0	1.709	12,8
WTG14	479.455	5.994.266	254,0 VESTAS V112 3075 112,0	Yes	VESTAS	V112-3.075	3.075	112,0	119,0	1.709	12,8
WTG15	479.752	5.994.018	254,3 VESTAS V112 3075 112,0	Yes	VESTAS	V112-3.075	3.075	112,0	119,0	1.709	12,8

### Shadow receptor-Input

UTM (north)-WGS84 Zone: 35										
No.	Name	East	North	Z	Width	Height	Height a.g.l.	Degrees from south cw	Slope of window	Direction mode
[m]										
B B -	Settlement Area I	477.345	5.995.269	289,0	0,1	0,1	2,0	0,0	0,0	'Green house mode'
C C -	Outdoor Area	478.594	5.995.226	273,8	0,1	0,1	2,0	0,0	0,0	'Green house mode'
D D -	Outdoor Area	475.941	5.997.478	267,4	0,1	0,1	2,0	0,0	0,0	'Green house mode'
E E -	Settlement Area II	474.058	5.997.170	250,6	0,1	0,1	2,0	0,0	0,0	'Green house mode'
F F -	Outdoor Area	477.163	5.997.151	259,0	0,1	0,1	2,0	0,0	0,0	'Green house mode'
G G -	Outdoor Area	477.298	5.996.960	254,0	0,1	0,1	2,0	0,0	0,0	'Green house mode'
H H -	Settlement Area III	474.765	5.996.756	262,9	0,1	0,1	2,0	0,0	0,0	'Green house mode'
I I -	Settlement Area III	475.274	5.996.694	258,4	0,1	0,1	2,0	0,0	0,0	'Green house mode'
J J -	Settlement Area III	475.696	5.996.532	274,1	0,1	0,1	2,0	0,0	0,0	'Green house mode'
K K -	Settlement Area III	475.828	5.996.503	273,1	0,1	0,1	2,0	0,0	0,0	'Green house mode'
L L -	Outdoor Area	475.860	5.996.333	272,0	0,1	0,1	2,0	0,0	0,0	'Green house mode'
M M -	Settlement Area IV	473.682	5.996.309	249,0	0,1	0,1	2,0	0,0	0,0	'Green house mode'
N N -	Settlement Area IV	473.478	5.996.059	233,3	0,1	0,1	2,0	0,0	0,0	'Green house mode'
O O -	Settlement Area V	476.885	5.995.743	252,4	0,1	0,1	2,0	0,0	0,0	'Green house mode'
Q Q -	Settlement Area VI	472.774	5.994.774	225,9	0,1	0,1	2,0	0,0	0,0	'Green house mode'

To be continued on next page...

WindPRO is developed by ENVI International A/S, (Nels Jernstev) 10, DK-5020 Aalborg Ø, Tel: +45 96 36 44 44, Fax: +45 96 36 44 45, e-mail: windpro@envi.dk



Project:  
13-1-3044-WR-BUR-N-S-ZVI\_tm

Report Page  
28.04.2014 11:24 / 2  
Licensed User  
CUBE Engineering  
Breitscheidstraße 6  
DE-34119 Kassel  
+49 (0) 561 28 85 73 0  
Timo Mertens / t.mertens@cube-engineering.com  
Calculated:  
28.04.2014 11:02/2.9.269



## SHADOW - Main Result

Calculation: shadow flicker - Vestas V112

...continued from previous page

No.	Name	UTM (north)-WGS84 Zone: 35			Width	Height	Height a.g.l.	Degrees from south	Slope of window	Direction mode
		East	North	Z						
					[m]	[m]	[m]	[°]	[°]	
R R -	Settlement Area VII	474.548	5.994.575	258,2	0,1	0,1	2,0	0,0	0,0	"Green house mode"
S S -	Settlement Area VIII	472.913	5.995.895	258,0	0,1	0,1	2,0	0,0	0,0	"Green house mode"
T T -	Settlement Area III	475.278	5.996.946	262,6	0,1	0,1	2,0	0,0	0,0	"Green house mode"
U U -	Outdoor Area	479.988	5.995.251	253,4	0,1	0,1	2,0	0,0	0,0	"Green house mode"
V V -	Settlement Area IX	478.544	5.995.079	258,0	0,1	0,1	2,0	0,0	0,0	"Green house mode"
W W -	Settlement Area III	475.658	5.996.607	273,4	0,1	0,1	2,0	0,0	0,0	"Green house mode"
X X -	Settlement Area III	475.506	5.996.542	271,1	0,1	0,1	2,0	0,0	0,0	"Green house mode"
Y Y -	Settlement Area IV	473.142	5.996.510	239,2	0,1	0,1	2,0	0,0	0,0	"Green house mode"
Z Z -	Settlement Area IV	473.564	5.996.386	239,4	0,1	0,1	2,0	0,0	0,0	"Green house mode"
AA AA -	Settlement Area IV	473.365	5.996.287	231,9	0,1	0,1	2,0	0,0	0,0	"Green house mode"
AB AB -	Settlement Area IV	473.091	5.996.104	221,1	0,1	0,1	2,0	0,0	0,0	"Green house mode"
AC AC -	Settlement Area IV	472.848	5.995.868	219,7	0,1	0,1	2,0	0,0	0,0	"Green house mode"
AD AD -	Settlement Area V	476.999	5.995.723	253,6	0,1	0,1	2,0	0,0	0,0	"Green house mode"
AE AE -	Settlement Area V	477.182	5.995.517	250,2	0,1	0,1	2,0	0,0	0,0	"Green house mode"
AF AF -	Settlement Area X	478.365	5.996.439	260,4	0,1	0,1	2,0	0,0	0,0	"Green house mode"
AG AG -	Settlement Area VIII	479.654	5.996.408	265,5	0,1	0,1	2,0	0,0	0,0	"Green house mode"
AH AH -	Settlement Area XI	478.799	5.996.387	264,4	0,1	0,1	2,0	0,0	0,0	"Green house mode"
AI AI -	Settlement Area VIII	479.799	5.996.171	262,7	0,1	0,1	2,0	0,0	0,0	"Green house mode"
AJ AJ -	Settlement Area VIII	479.914	5.996.159	262,4	0,1	0,1	2,0	0,0	0,0	"Green house mode"
AK AK -	Settlement Area VIII	479.936	5.996.053	260,4	0,1	0,1	2,0	0,0	0,0	"Green house mode"
AL AL -	Settlement Area IV	473.074	5.996.011	224,1	0,1	0,1	2,0	0,0	0,0	"Green house mode"
AM AM -	Settlement Area VIII	479.841	5.995.857	258,6	0,1	0,1	2,0	0,0	0,0	"Green house mode"
AN AN -	Settlement Area VII	480.075	5.995.891	259,4	0,1	0,1	2,0	0,0	0,0	"Green house mode"
AO AO -	Settlement Area VIII	480.177	5.995.783	260,6	0,1	0,1	2,0	0,0	0,0	"Green house mode"
AP AP -	Settlement Area VIII	480.138	5.995.590	258,5	0,1	0,1	2,0	0,0	0,0	"Green house mode"
AQ AQ -	Settlement Area IX	478.396	5.995.474	259,4	0,1	0,1	2,0	0,0	0,0	"Green house mode"
AR AR -	Settlement Area IX	478.508	5.995.457	260,0	0,1	0,1	2,0	0,0	0,0	"Green house mode"
AS AS -	Settlement Area IX	478.371	5.995.262	259,2	0,1	0,1	2,0	0,0	0,0	"Green house mode"
AT AT -	Settlement Area IX	478.104	5.995.040	256,6	0,1	0,1	2,0	0,0	0,0	"Green house mode"
AU AU -	Settlement Area IX	478.335	5.994.966	256,2	0,1	0,1	2,0	0,0	0,0	"Green house mode"
AV AV -	Settlement Area V	476.507	5.994.890	249,1	0,1	0,1	2,0	0,0	0,0	"Green house mode"
AW AW -	Settlement Area IX	478.638	5.994.851	258,6	0,1	0,1	2,0	0,0	0,0	"Green house mode"
AX AX -	Settlement Area IX	478.253	5.994.811	255,6	0,1	0,1	2,0	0,0	0,0	"Green house mode"
AY AY -	Settlement Area IX	478.364	5.994.718	253,0	0,1	0,1	2,0	0,0	0,0	"Green house mode"
AZ AZ -	Settlement Area VII	474.516	5.994.429	255,5	0,1	0,1	2,0	0,0	0,0	"Green house mode"
BA BA -	Settlement Area III	474.857	5.996.829	264,8	0,1	0,1	2,0	0,0	0,0	"Green house mode"
BB BB -	Settlement Area III	475.489	5.996.731	268,8	0,1	0,1	2,0	0,0	0,0	"Green house mode"
BC BC -	Settlement Area II	474.120	5.997.261	254,0	0,1	0,1	2,0	0,0	0,0	"Green house mode"

## Calculation Results

Shadow receptor

No.	Name	Shadow, worst case		
		Shadow hours per year [h/year]	Shadow days per year [days/year]	Max shadow hours per day [h/day]
B B -	Settlement Area I	27:28	70	0:27
C C -	Outdoor Area	0:00	0	0:00
D D -	Outdoor Area	87:35	128	0:40
E E -	Settlement Area II	85:20	90	1:11
F F -	Outdoor Area	26:31	86	0:27
G G -	Outdoor Area	19:39	70	0:25
H H -	Settlement Area III	99:32	136	1:15
I I -	Settlement Area III	70:29	189	0:52
J J -	Settlement Area III	92:01	203	1:02
K K -	Settlement Area III	110:52	232	0:50
L L -	Outdoor Area	69:53	115	1:22
M M -	Settlement Area IV	48:57	116	0:40
N N -	Settlement Area IV	41:42	88	0:52

To be continued on next page

WindPRO is developed by EML International A/S, Niels Jernesvej 10, DK-9220 Aalborg Ø, Tel: +45 96 36 44 44, Fax: +45 96 36 44 46, e-mail: windpro@eml.dk

Project  
13-1-3044-WR-BUR-N-S-ZVI\_tm

Printed Page  
28.04.2014 11:24 / 3  
Created User  
CUBE Engineering  
Breitscheidstraße 8  
DE-34119 Kassel  
+49 (0) 561 28 85 73 0  
Timo Mertens / t.mertens@cube-engineering.com  
Calculated  
28.04.2014 11:02/2.9.269



## SHADOW - Main Result

Calculation: shadow flicker - Vestas V112

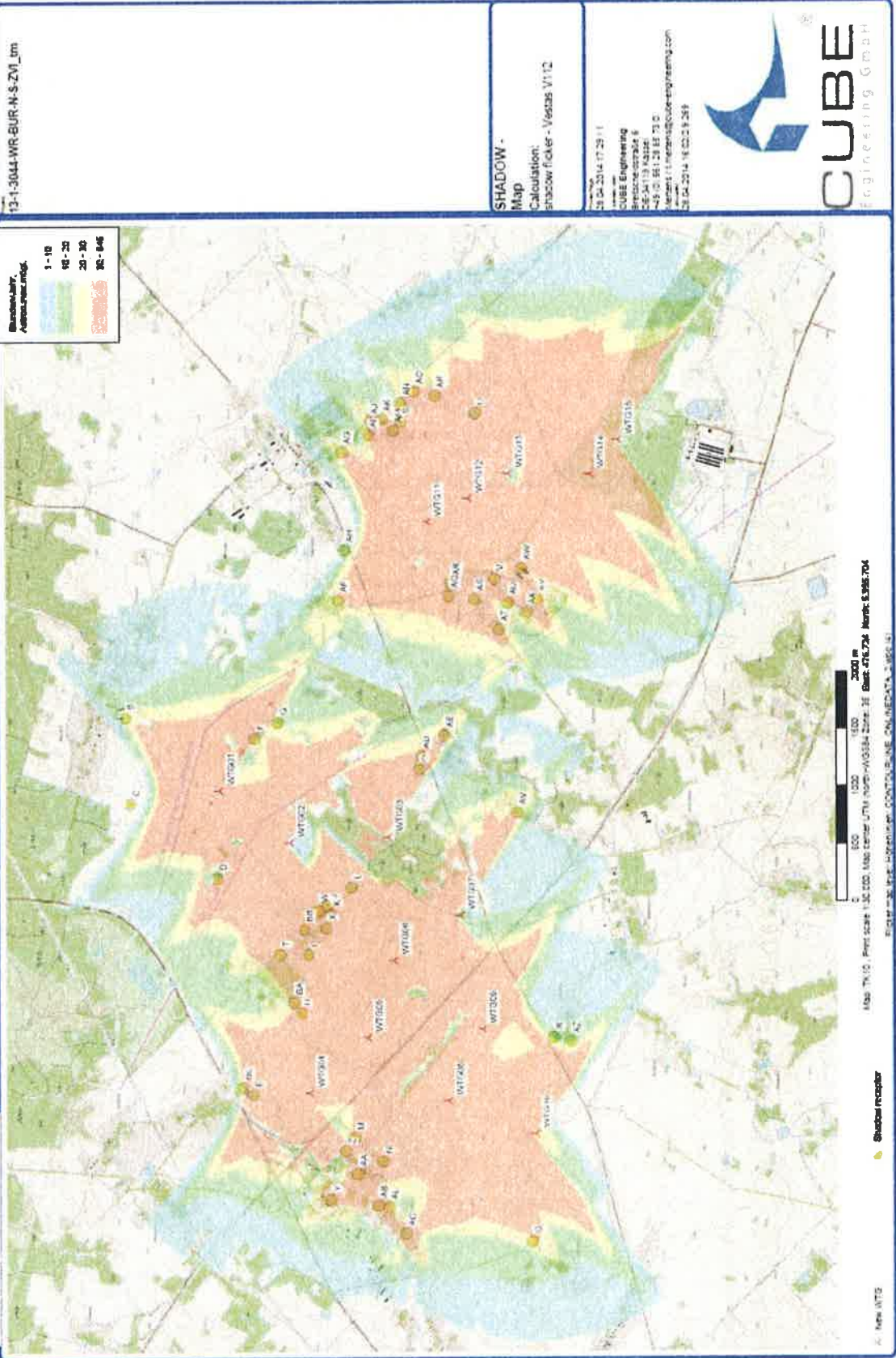
...continued from previous page

No.	Name	Shadow, worst case		
		Shadow hours per year [h/year]	Shadow days per year [days/year]	Max shadow hours per day [h/day]
O O	Settlement Area V	54:40	120	0:42
Q Q	Settlement Area VI	30:43	99	0:27
R R	Settlement Area VII	17:54	45	0:31
S S	Settlement Area VIII	37:25	108	0:30
T T	Settlement Area III	53:42	168	0:43
U U	Outdoor Area	78:58	183	0:43
V V	Settlement Area IX	61:03	159	0:36
W W	Settlement Area III	125:27	239	0:51
X X	Settlement Area III	124:16	258	0:43
Y Y	Settlement Area IV	37:46	130	0:28
Z Z	Settlement Area IV	38:50	111	0:27
AA AA	Settlement Area IV	59:10	154	0:39
AB AB	Settlement Area IV	34:14	110	0:25
AC AC	Settlement Area IV	34:40	127	0:21
AD AD	Settlement Area V	51:28	113	0:38
AE AE	Settlement Area V	30:36	85	0:28
AF AF	Settlement Area X	32:32	84	0:28
AG AG	Settlement Area VIII	30:42	80	0:29
AH AH	Settlement Area XI	21:34	48	0:33
AI AI	Settlement Area VIII	38:21	100	0:29
AJ AJ	Settlement Area VIII	38:21	106	0:26
AK AK	Settlement Area VIII	31:53	93	0:27
AL AL	Settlement Area IV	23:31	90	0:24
AM AM	Settlement Area VIII	38:50	98	0:31
AN AN	Settlement Area VIII	39:50	118	0:26
AO AO	Settlement Area VIII	44:29	138	0:26
AP AP	Settlement Area VIII	41:31	119	0:29
AQ AQ	Settlement Area IX	74:32	203	0:39
AR AR	Settlement Area IX	106:11	217	0:47
AS AS	Settlement Area IX	56:05	160	0:33
AT AT	Settlement Area IX	35:23	129	0:24
AU AU	Settlement Area IX	37:09	121	0:28
AV AV	Settlement Area V	25:45	65	0:27
AW AW	Settlement Area IX	33:15	93	0:31
AX AX	Settlement Area IX	42:53	147	0:25
AY AY	Settlement Area IX	33:58	117	0:25
AZ AZ	Settlement Area VII	24:07	61	0:31
BA BA	Settlement Area III	68:05	138	1:02
BB BB	Settlement Area III	81:43	250	0:34
BC BC	Settlement Area II	56:29	66	1:01

Total amount of flickering on the shadow receptors caused by each WTG

No.	Name	Worst case [h/year]	Expected [h/year]
WTG01	VESTAS V112 3075 112.0 IO! NH: 119,0 m (Ges:175,0 m) (46)	77:24	
WTG02	VESTAS V112 3075 112.0 IO! NH: 119,0 m (Ges:175,0 m) (47)	190:39	
WTG03	VESTAS V112 3075 112.0 IO! NH: 119,0 m (Ges:175,0 m) (48)	178:34	
WTG04	VESTAS V112 3075 112.0 IO! NH: 119,0 m (Ges:175,0 m) (49)	198:09	
WTG05	VESTAS V112 3075 112.0 IO! NH: 119,0 m (Ges:175,0 m) (50)	165:35	
WTG06	VESTAS V112 3075 112.0 IO! NH: 119,0 m (Ges:175,0 m) (51)	242:57	
WTG07	VESTAS V112 3075 112.0 IO! NH: 119,0 m (Ges:175,0 m) (52)	39:11	
WTG08	VESTAS V112 3075 112.0 IO! NH: 119,0 m (Ges:175,0 m) (53)	125:27	
WTG09	VESTAS V112 3075 112.0 IO! NH: 119,0 m (Ges:175,0 m) (54)	41:30	
WTG10	VESTAS V112 3075 112.0 IO! NH: 119,0 m (Ges:175,0 m) (55)	71:16	
WTG11	VESTAS V112 3075 112.0 IO! NH: 119,0 m (Ges:175,0 m) (56)	298:42	
WTG12	VESTAS V112 3075 112.0 IO! NH: 119,0 m (Ges:175,0 m) (59)	284:40	
WTG13	VESTAS V112 3075 112.0 IO! NH: 119,0 m (Ges:175,0 m) (58)	171:11	
WTG14	VESTAS V112 3075 112.0 IO! NH: 119,0 m (Ges:175,0 m) (57)	72:02	
WTG15	VESTAS V112 3075 112.0 IO! NH: 119,0 m (Ges:175,0 m) (60)	21:16	

WindPRO is developed by EMC International A/S, Nels Jernesvej 10, DK-9220 Aalborg Ø, Tel: +45 96 36 44 44, Fax: +45 96 36 44 45, e-mail: windpro@emc.dk





## Shadow intensity / Maximum Shadow Distance

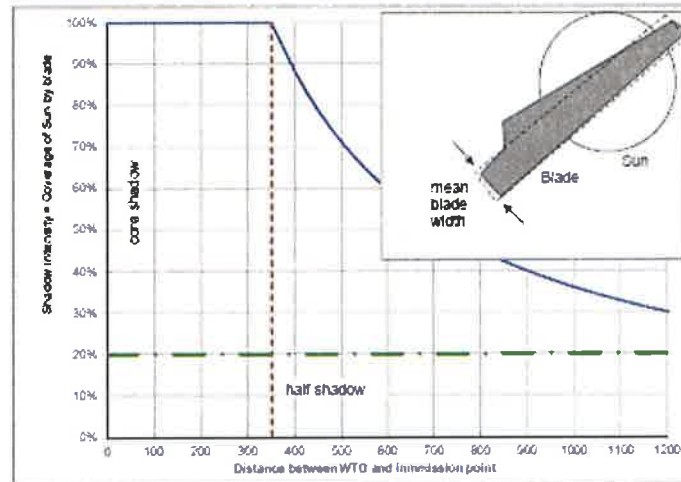
WTG Data	
Manufacturer	Vensys
Type	112
Rotor diameter	112
Hub Height	93,5
mean blade width	2,66
Max. blade width	4,05
Min. blade width (R=90°)	1,27
rpm (n/d3)	6,5
rpm (full load)	13,6

shadow data	
Length from WTG Hub	core shadow 362,9
Length from WTG base	core shadow 350,2
Length from Hub at sun coverage	20% 1812,4
Length from Hub at sun coverage	15% 2416,8
Length fr. WTG base at sun coverage	20% 1810,0
Shadow length at 3° sun height	1734,1
Shadow frequency (Hz) from	0,3
Shadow frequency (Hz) to	0,7

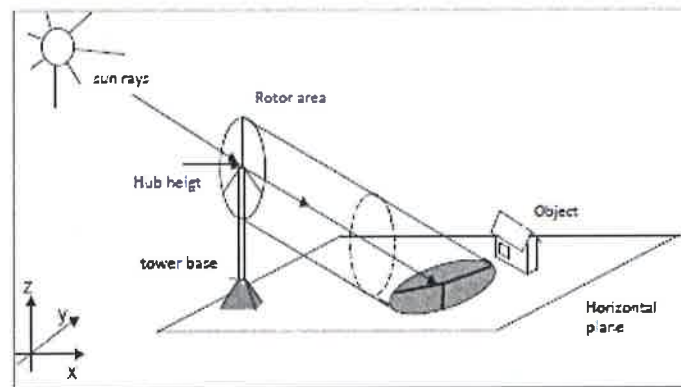
Calculation basis	
adapt. Sun diameter	1097730
Distance	149597890
arc length	0,420
min. sun height	3
Cut-in wind sp. (m/s)	3

All data in m

Distance	Intensity	Shadow speed
0	100,0%	0,41 m/min
180	100,0%	0,89 m/min
360	100,0%	1,58 m/min
400	88,2%	1,79 m/min
435	83,3%	1,90 m/min
450	78,9%	2,01 m/min
475	74,9%	2,11 m/min
500	71,3%	2,22 m/min
525	68,0%	2,33 m/min
550	65,0%	2,43 m/min
575	62,2%	2,54 m/min
600	59,7%	2,65 m/min
625	57,4%	2,76 m/min
650	55,2%	2,87 m/min
675	53,2%	2,97 m/min
700	51,3%	3,08 m/min
725	49,6%	3,19 m/min
750	48,0%	3,30 m/min
775	46,4%	3,41 m/min
800	45,0%	3,51 m/min
825	43,7%	3,62 m/min
850	42,4%	3,73 m/min
875	41,2%	3,84 m/min
900	40,1%	3,95 m/min
925	39,0%	4,06 m/min
950	38,0%	4,17 m/min
975	37,0%	4,27 m/min
1000	36,1%	4,38 m/min
1025	35,2%	4,49 m/min
1050	34,4%	4,60 m/min
1075	33,6%	4,71 m/min
1100	32,8%	4,82 m/min
1125	32,1%	4,93 m/min
1150	31,4%	5,03 m/min
1175	30,6%	5,14 m/min
1200	30,1%	5,25 m/min
1225	29,5%	5,36 m/min
1250	28,9%	5,47 m/min
1275	28,4%	5,58 m/min
1300	27,8%	5,69 m/min
1325	27,3%	5,80 m/min
1350	26,8%	5,90 m/min
1375	26,3%	6,01 m/min
1400	25,8%	6,12 m/min
1425	25,4%	6,23 m/min
1450	24,9%	6,34 m/min
1475	24,5%	6,45 m/min
1500	24,1%	6,56 m/min
1525	23,7%	6,67 m/min



Intensity of shadow in relation to the distance  
for a Vensys 112 with 93,5m hub height and 2,66m mean blade width



Shadow flicker from wind turbines

13-1-3044-WR-BUR-N-S-ZVI\_tm

Printed Page

28.04.2014 11:22 / 1

Location user

CUBE Engineering

Breitscheidstraße 8

DE-34119 Kassel

+49 (0) 561 26 85 73 0

Timo Mertens / t.mertens@cube-engineering.com

Calculator

28.04.2014 10:58/2.9.269

**SHADOW - Main Result**

Calculation: shadow flicker - Vensys 112

**Assumptions for shadow calculations**

Maximum distance for influence

Calculate only when more than 20 % of sun is covered by the blade

Please look in WTG table

Minimum sun height over horizon for influence

3 °

Day step for calculation

1 days

Time step for calculation

1 minutes

The calculated times are "worst case" given by the following assumptions:

The sun is shining all the day, from sunrise to sunset

The rotor plane is always perpendicular to the line from the WTG to the sun

The WTG is always operating

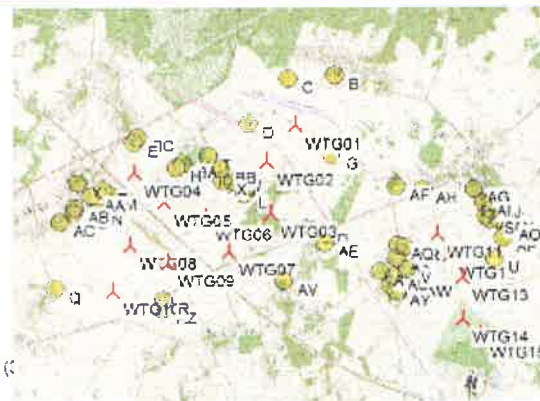
A ZVI (Zones of Visual Influence) calculation is performed before flicker calculation so non visible WTG do not contribute to calculated flicker values. A WTG will be visible if it is visible from any part of the receiver window. The ZVI calculation is based on the following assumptions:

Height contours used: Höhenlinien: CONTOURLINE\_ONLINEDATA\_1.wpo (

Obstacles used in calculation

Eye height: 1.5 m

Grid resolution: 10.0 m

**WTGs**

UTM (north)-WGS84 Zone: 35				WTG type		Shadow data		RPM
East	North	Z	Row data/Description	Valid	Manufact.	Type-generator	Power, rated [kW]	
[m]								[RPM]
WTG01	476.708	5.997.459	283,3 VENSYS 112 2500 112.0 IO...	Yes	VENSYS	112-2.500	2.500	112,0 93,5 1.810 13,8
WTG02	476.250	5.996.860	278,0 VENSYS 112 2500 112.0 IO...	Yes	VENSYS	112-2.500	2.500	112,0 93,5 1.810 13,8
WTG03	476.297	5.996.012	272,0 VENSYS 112 2500 112.0 IO...	Yes	VENSYS	112-2.500	2.500	112,0 93,5 1.810 13,8
WTG04	474.074	5.996.885	252,6 VENSYS 112 2500 112.0 IO...	Yes	VENSYS	112-2.500	2.500	112,0 93,5 1.810 13,8
WTG05	474.554	5.996.185	244,0 VENSYS 112 2500 112.0 IO...	Yes	VENSYS	112-2.500	2.500	112,0 93,5 1.810 13,8
WTG06	475.225	5.995.965	288,4 VENSYS 112 2500 112.0 IO...	Yes	VENSYS	112-2.500	2.500	112,0 93,5 1.810 13,8
WTG07	475.614	5.995.391	272,0 VENSYS 112 2500 112.0 IO...	Yes	VENSYS	112-2.500	2.500	112,0 93,5 1.810 13,8
WTG08	474.002	5.995.488	254,3 VENSYS 112 2500 112.0 IO...	Yes	VENSYS	112-2.500	2.500	112,0 93,5 1.810 13,8
WTG09	474.620	5.995.197	264,7 VENSYS 112 2500 112.0 IO...	Yes	VENSYS	112-2.500	2.500	112,0 93,5 1.810 13,8
WTG10	473.713	5.994.742	242,6 VENSYS 112 2500 112.0 IO...	Yes	VENSYS	112-2.500	2.500	112,0 93,5 1.810 13,8
WTG11	479.045	5.995.665	282,4 VENSYS 112 2500 112.0 IO...	Yes	VENSYS	112-2.500	2.500	112,0 93,5 1.810 13,8
WTG12	479.245	5.995.320	282,0 VENSYS 112 2500 112.0 IO...	Yes	VENSYS	112-2.500	2.500	112,0 93,5 1.810 13,8
WTG13	479.464	5.994.962	256,4 VENSYS 112 2500 112.0 IO...	Yes	VENSYS	112-2.500	2.500	112,0 93,5 1.810 13,8
WTG14	479.455	5.994.266	254,0 VENSYS 112 2500 112.0 IO...	Yes	VENSYS	112-2.500	2.500	112,0 93,5 1.810 13,8
WTG15	479.752	5.994.018	254,3 VENSYS 112 2500 112.0 IO...	Yes	VENSYS	112-2.500	2.500	112,0 93,5 1.810 13,8

**Shadow receptor-Input**

UTM (north)-WGS84 Zone: 35				Shadow receptor-Input		Shadow receptor-Input		Direction mode
No.	Name	East	North	Z	Width	Height	Height a.g.l.	
B B -	Settlement Area I	477.345	5.998.269	269,0	0,1	0,1	2,0	0,0 0,0 'Green house mode'
C C -	Outdoor Area	476.594	5.998.228	273,8	0,1	0,1	2,0	0,0 0,0 'Green house mode'
D D -	Outdoor Area	475.941	5.997.478	267,4	0,1	0,1	2,0	0,0 0,0 'Green house mode'
E E -	Settlement Area II	474.058	5.997.170	250,8	0,1	0,1	2,0	0,0 0,0 'Green house mode'
F F -	Outdoor Area	477.183	5.997.151	259,0	0,1	0,1	2,0	0,0 0,0 'Green house mode'
G G -	Outdoor Area	477.298	5.998.960	254,0	0,1	0,1	2,0	0,0 0,0 'Green house mode'
H H -	Settlement Area III	474.765	5.998.756	262,9	0,1	0,1	2,0	0,0 0,0 'Green house mode'
I I -	Settlement Area III	475.274	5.998.694	259,4	0,1	0,1	2,0	0,0 0,0 'Green house mode'
J J -	Settlement Area III	475.698	5.998.532	274,1	0,1	0,1	2,0	0,0 0,0 'Green house mode'
K K -	Settlement Area III	475.628	5.998.503	273,1	0,1	0,1	2,0	0,0 0,0 'Green house mode'
L L -	Outdoor Area	475.660	5.998.333	272,0	0,1	0,1	2,0	0,0 0,0 'Green house mode'
M M -	Settlement Area IV	473.882	5.998.309	249,0	0,1	0,1	2,0	0,0 0,0 'Green house mode'
N N -	Settlement Area IV	473.476	5.998.059	233,3	0,1	0,1	2,0	0,0 0,0 'Green house mode'
O O -	Settlement Area V	476.885	5.998.743	252,4	0,1	0,1	2,0	0,0 0,0 'Green house mode'
Q Q -	Settlement Area VI	472.774	5.994.774	225,9	0,1	0,1	2,0	0,0 0,0 'Green house mode'

To be continued on next page

WindPRO is developed by EMC International A/S, Høstvej 10, DK-6220 Ålborg D, Tel: +45 96 36 44 44, Fax: +45 96 36 44 46, e-mail: windpro@emc.dk

Project  
13-1-3044-WR-BUR-N-S-ZVI\_tm

Printed Page  
28.04.2014 11:22 / 2

Licensee User  
CUBE Engineering  
Breitscheidstraße 6  
DE-34119 Kassel  
+49 (0) 561 28 85 73 0  
Timo Mertens / t.mertens@cube-engineering.com  
Calculated  
28.04.2014 10:58/2.9.269



## SHADOW - Main Result

Calculation: shadow flicker - Vensys 112

...continued from previous page

No.	Name	UTM (north)-WGS84 Zone: 35				Height a.g.l. [m]	Degrees from south ow [°]	Slope of window [°]	Direction mode
		East	North	Z	Width				
		[m]	[m]	[m]	[m]				
R R - Settlement Area VII	474.548	5.994.575	258,2	0,1	0,1	2,0	0,0	0,0	"Green house mode"
S S - Settlement Area VIII	479.913	5.995.895	258,0	0,1	0,1	2,0	0,0	0,0	"Green house mode"
T T - Settlement Area III	475.278	5.996.046	262,8	0,1	0,1	2,0	0,0	0,0	"Green house mode"
U U - Outdoor Area	479.988	5.995.251	253,4	0,1	0,1	2,0	0,0	0,0	"Green house mode"
V V - Settlement Area IX	478.544	5.995.079	258,0	0,1	0,1	2,0	0,0	0,0	"Green house mode"
W W - Settlement Area III	475.658	5.996.607	273,4	0,1	0,1	2,0	0,0	0,0	"Green house mode"
X X - Settlement Area III	475.506	5.996.542	271,1	0,1	0,1	2,0	0,0	0,0	"Green house mode"
Y Y - Settlement Area IV	473.142	5.996.510	239,2	0,1	0,1	2,0	0,0	0,0	"Green house mode"
Z Z - Settlement Area IV	473.584	5.996.366	239,4	0,1	0,1	2,0	0,0	0,0	"Green house mode"
AA AA - Settlement Area IV	473.365	5.996.267	231,9	0,1	0,1	2,0	0,0	0,0	"Green house mode"
AB AB - Settlement Area IV	473.091	5.996.104	221,1	0,1	0,1	2,0	0,0	0,0	"Green house mode"
AC AC - Settlement Area IV	472.848	5.995.868	219,7	0,1	0,1	2,0	0,0	0,0	"Green house mode"
AD AD - Settlement Area V	476.999	5.995.723	253,6	0,1	0,1	2,0	0,0	0,0	"Green house mode"
AE AE - Settlement Area V	477.182	5.995.517	250,2	0,1	0,1	2,0	0,0	0,0	"Green house mode"
AF AF - Settlement Area X	478.365	5.996.439	260,4	0,1	0,1	2,0	0,0	0,0	"Green house mode"
AG AG - Settlement Area VIII	479.654	5.996.408	265,5	0,1	0,1	2,0	0,0	0,0	"Green house mode"
AH AH - Settlement Area XI	478.799	5.996.387	264,4	0,1	0,1	2,0	0,0	0,0	"Green house mode"
AI AI - Settlement Area VIII	479.799	5.996.171	262,7	0,1	0,1	2,0	0,0	0,0	"Green house mode"
AJ AJ - Settlement Area VIII	479.914	5.996.159	262,4	0,1	0,1	2,0	0,0	0,0	"Green house mode"
AK AK - Settlement Area VIII	479.936	5.996.053	260,4	0,1	0,1	2,0	0,0	0,0	"Green house mode"
AL AL - Settlement Area IV	473.074	5.996.011	224,1	0,1	0,1	2,0	0,0	0,0	"Green house mode"
AM AM - Settlement Area VII	479.841	5.995.857	258,6	0,1	0,1	2,0	0,0	0,0	"Green house mode"
AN AN - Settlement Area VIII	480.075	5.995.891	259,4	0,1	0,1	2,0	0,0	0,0	"Green house mode"
AO AO - Settlement Area VIII	480.177	5.995.783	260,6	0,1	0,1	2,0	0,0	0,0	"Green house mode"
AP AP - Settlement Area VIII	480.138	5.995.590	258,5	0,1	0,1	2,0	0,0	0,0	"Green house mode"
AQ AQ - Settlement Area IX	478.396	5.995.474	259,4	0,1	0,1	2,0	0,0	0,0	"Green house mode"
AR AR - Settlement Area IX	478.508	5.995.457	260,0	0,1	0,1	2,0	0,0	0,0	"Green house mode"
AS AS - Settlement Area IX	478.371	5.995.262	259,2	0,1	0,1	2,0	0,0	0,0	"Green house mode"
AT AT - Settlement Area IX	478.104	5.995.040	256,6	0,1	0,1	2,0	0,0	0,0	"Green house mode"
AU AU - Settlement Area IX	478.335	5.994.966	256,2	0,1	0,1	2,0	0,0	0,0	"Green house mode"
AV AV - Settlement Area V	476.507	5.994.890	249,1	0,1	0,1	2,0	0,0	0,0	"Green house mode"
AW AW - Settlement Area IX	478.638	5.994.851	258,6	0,1	0,1	2,0	0,0	0,0	"Green house mode"
AX AX - Settlement Area IX	478.253	5.994.811	255,6	0,1	0,1	2,0	0,0	0,0	"Green house mode"
AY AY - Settlement Area IX	478.364	5.994.718	253,0	0,1	0,1	2,0	0,0	0,0	"Green house mode"
AZ AZ - Settlement Area VII	474.518	5.994.429	255,5	0,1	0,1	2,0	0,0	0,0	"Green house mode"
BA BA - Settlement Area III	474.857	5.996.829	264,8	0,1	0,1	2,0	0,0	0,0	"Green house mode"
BB BB - Settlement Area III	475.489	5.996.731	268,8	0,1	0,1	2,0	0,0	0,0	"Green house mode"
BC BC - Settlement Area II	474.120	5.997.261	254,0	0,1	0,1	2,0	0,0	0,0	"Green house mode"

## Calculation Results

Shadow receptor

No.	Name	Shadow, worst case		
		Shadow hours per year [h/year]	Shadow days per year [days/year]	Max shadow hours per day [h/day]
B B - Settlement Area I	23:47	60	0:27	
C C - Outdoor Area	0:00	0	0:00	
D D - Outdoor Area	58:08	112	0:40	
E E - Settlement Area II	61:42	71	1:03	
F F - Outdoor Area	45:52	121	0:38	
G G - Outdoor Area	19:17	73	0:25	
H H - Settlement Area III	67:14	122	1:04	
I I - Settlement Area III	49:44	184	0:51	
J J - Settlement Area III	114:15	213	1:02	
K K - Settlement Area III	117:42	231	0:41	
L L - Outdoor Area	70:20	108	1:24	
M M - Settlement Area IV	31:22	103	0:29	
N N - Settlement Area IV	48:40	116	0:51	

To be continued on next page

WindPRO is developed by EMD International A/S, Niels Jernesvej 10, DK-9220 Aalborg Ø, Tel: +45 96 36 44 44, Fax: +45 96 36 44 45, e-mail: windpro@emd.dk



13-1-3044-WR-BUR-N-S-ZVI\_tm

Printed Page  
28.04.2014 11:22 / 3

Licensed User  
CUBE Engineering  
Breitscheidstraße 6  
DE-34110 Kassel  
+49 (0) 561 28 85 73 0  
Timo Mertens / t.mertens@cube-engineering.com  
Calculated  
28.04.2014 10:58/2.9.269



## SHADOW - Main Result

Calculation: shadow flicker - Vensys 112

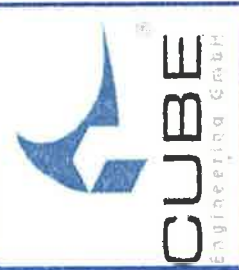
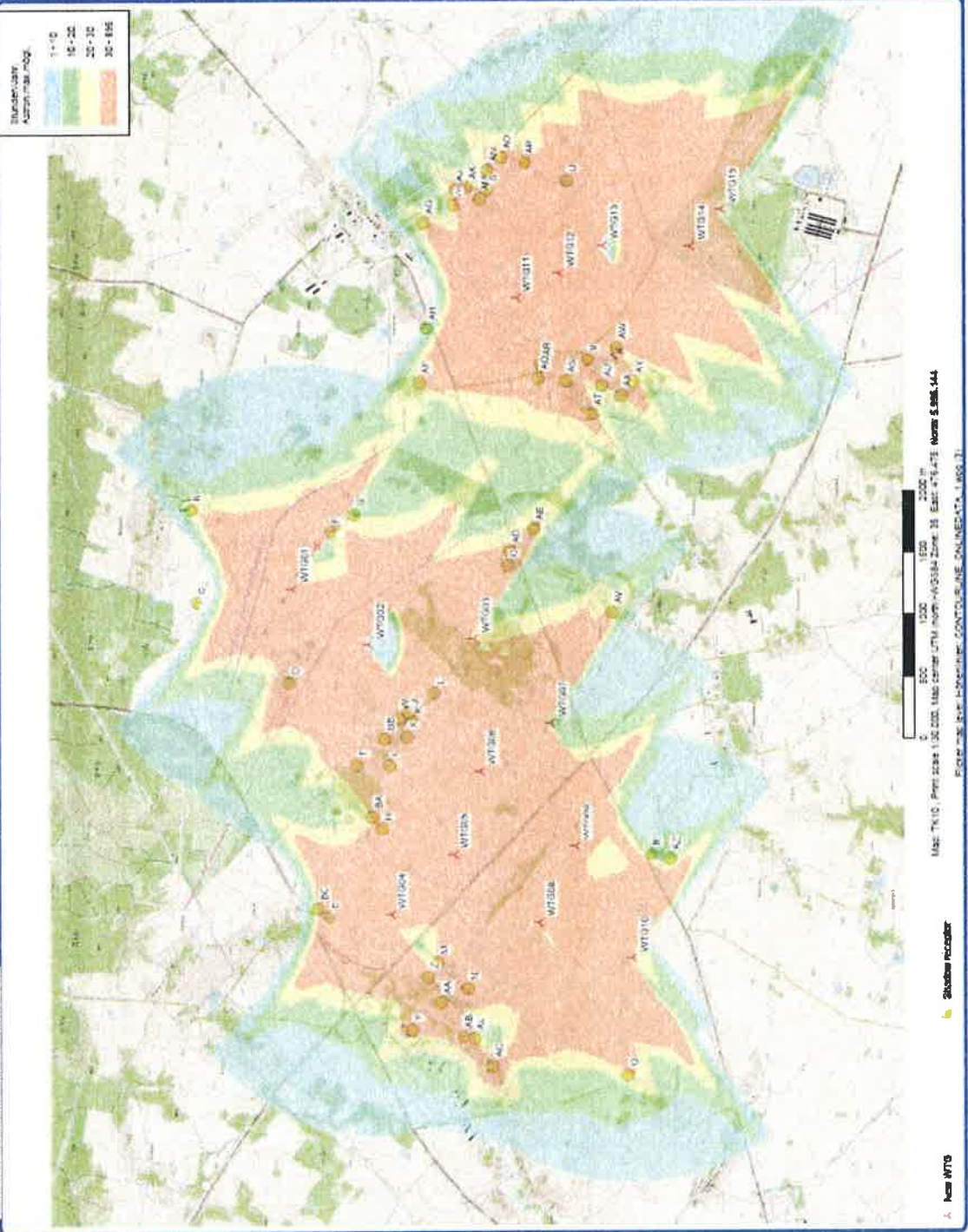
...continued from previous page

No.	Name	Shadow, worst case		
		Shadow hours per year [h/year]	Shadow days per year [days/year]	Max shadow hours per day [h/day]
O O - Settlement Area V		83:54	130	0:42
Q Q - Settlement Area VI		29:22	108	0:28
R R - Settlement Area VII		17:59	71	0:31
S S - Settlement Area VIII		33:17	90	0:30
T T - Settlement Area III		48:17	164	0:39
U U - Outdoor Area		70:16	156	0:43
V V - Settlement Area IX		52:08	142	0:36
W W - Settlement Area III		122:38	236	0:47
X X - Settlement Area III		98:50	250	0:43
Y Y - Settlement Area IV		35:37	120	0:29
Z Z - Settlement Area IV		51:40	124	0:42
AA AA - Settlement Area IV		75:01	182	0:35
AB AB - Settlement Area IV		42:36	123	0:36
AC AC - Settlement Area IV		38:54	150	0:21
AD AD - Settlement Area V		49:49	139	0:36
AE AE - Settlement Area V		33:39	95	0:27
AF AF - Settlement Area X		29:51	74	0:29
AG AG - Settlement Area VIII		29:09	69	0:29
AH AH - Settlement Area XI		4:50	22	0:17
AI AI - Settlement Area VIII		30:10	88	0:29
AJ AJ - Settlement Area VIII		34:27	96	0:27
AK AK - Settlement Area VIII		34:07	115	0:28
AL AL - Settlement Area IV		31:49	103	0:30
AM AM - Settlement Area VIII		44:56	129	0:31
AN AN - Settlement Area VIII		30:23	105	0:27
AO AO - Settlement Area VIII		39:38	127	0:26
AP AP - Settlement Area VIII		40:19	126	0:30
AQ AQ - Settlement Area IX		64:17	182	0:39
AR AR - Settlement Area IX		107:09	217	0:47
AS AS - Settlement Area IX		63:09	170	0:36
AT AT - Settlement Area IX		35:02	132	0:25
AU AU - Settlement Area IX		30:56	109	0:28
AV AV - Settlement Area V		29:34	75	0:27
AW AW - Settlement Area IX		33:44	107	0:31
AX AX - Settlement Area IX		30:39	121	0:25
AY AY - Settlement Area IX		36:31	126	0:26
AZ AZ - Settlement Area VII		19:00	53	0:31
BA BA - Settlement Area III		35:41	118	0:32
BB BB - Settlement Area III		53:29	185	0:34
BC BC - Settlement Area II		32:00	48	0:49

Total amount of flickering on the shadow receptors caused by each WTG

No.	Name	Worst case Expected	
		[h/year]	[h/year]
WTG01 VENSYS 112 2500 112.0 IO! NH: 93.5 m (Ges:149.5 m) (61)		85:15	
WTG02 VENSYS 112 2500 112.0 IO! NH: 93.5 m (Ges:149.5 m) (62)		198:28	
WTG03 VENSYS 112 2500 112.0 IO! NH: 93.5 m (Ges:149.5 m) (63)		178:00	
WTG04 VENSYS 112 2500 112.0 IO! NH: 93.5 m (Ges:149.5 m) (64)		170:45	
WTG05 VENSYS 112 2500 112.0 IO! NH: 93.5 m (Ges:149.5 m) (65)		118:15	
WTG06 VENSYS 112 2500 112.0 IO! NH: 93.5 m (Ges:149.5 m) (66)		179:03	
WTG07 VENSYS 112 2500 112.0 IO! NH: 93.5 m (Ges:149.5 m) (67)		44:31	
WTG08 VENSYS 112 2500 112.0 IO! NH: 93.5 m (Ges:149.5 m) (68)		109:11	
WTG09 VENSYS 112 2500 112.0 IO! NH: 93.5 m (Ges:149.5 m) (69)		42:37	
WTG10 VENSYS 112 2500 112.0 IO! NH: 93.5 m (Ges:149.5 m) (70)		60:15	
WTG11 VENSYS 112 2500 112.0 IO! NH: 93.5 m (Ges:149.5 m) (71)		278:09	
WTG12 VENSYS 112 2500 112.0 IO! NH: 93.5 m (Ges:149.5 m) (74)		258:16	
WTG13 VENSYS 112 2500 112.0 IO! NH: 93.5 m (Ges:149.5 m) (73)		145:25	
WTG14 VENSYS 112 2500 112.0 IO! NH: 93.5 m (Ges:149.5 m) (72)		50:18	
WTG15 VENSYS 112 2500 112.0 IO! NH: 93.5 m (Ges:149.5 m) (75)		15:03	

WindPRO is developed by E.ON International A/S, Njels Jernstevig 10, DK-5220 Ålborg D, Tel: +45 96 36 44 44, Fax: +45 96 36 44 42, e-mail: windpro@eondk.dk





## Shadow intensity / Maximum Shadow Distance

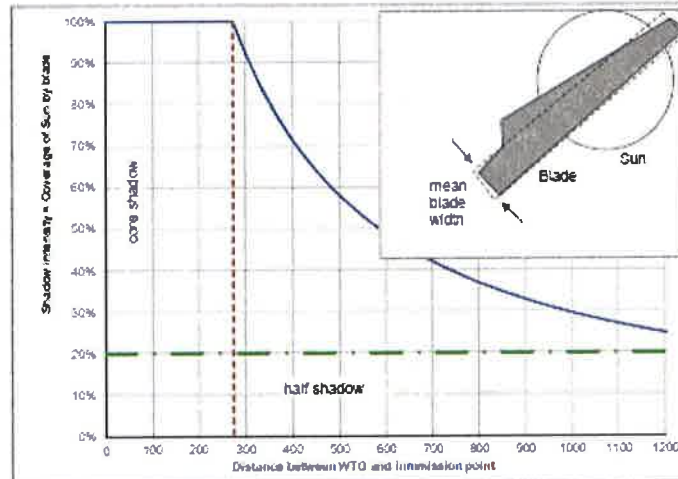
WTG Data	
Manufacturer	Nordex
Type	N117
Rotor diameter	117
Hub Height	120
mean blade width	2.19
Max. blade width	3.49
Min. blade width (R=50%)	0.89
rpm (initial)	7.5
rpm (full load)	13.2

Shadow data	
Length from WTG Hub	core shadow 298.4
Length from WTG base	core shadow 273.2
Length from Hub at sun coverage 20%	1492.2
Length from Hub at sun coverage 15%	1999.6
Length fr. WTG base at sun coverage 20%	1487.4
Shadow length at 3° sun height	2289.7
Shadow frequency [Hz] from	0.4
Shadow frequency [Hz] to	0.7

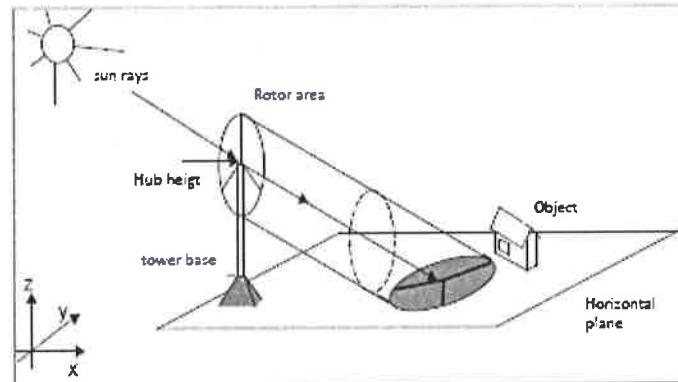
Calculation basis	
adapt. Sun diameter	1097790
Distance	149597890
arc length	0.420
Min. sun height	3
Cut-in wind sp. [m/s]	3

All data in m

Distance	Intensity	Shadow speed
0	100.0%	0.52 m/min
140	100.0%	0.60 m/min
273	100.0%	1.30 m/min
300	92.4%	1.41 m/min
325	86.1%	1.51 m/min
350	80.7%	1.61 m/min
375	75.8%	1.72 m/min
400	71.5%	1.82 m/min
425	67.6%	1.93 m/min
450	64.1%	2.03 m/min
475	60.9%	2.14 m/min
500	58.0%	2.24 m/min
525	55.4%	2.35 m/min
550	53.0%	2.46 m/min
575	50.8%	2.56 m/min
600	48.6%	2.67 m/min
625	46.5%	2.78 m/min
650	45.2%	2.88 m/min
675	43.5%	2.99 m/min
700	42.0%	3.10 m/min
725	40.6%	3.21 m/min
750	39.3%	3.31 m/min
775	38.1%	3.42 m/min
800	36.9%	3.53 m/min
825	35.8%	3.64 m/min
850	34.8%	3.75 m/min
875	33.8%	3.85 m/min
900	32.9%	3.96 m/min
925	32.0%	4.07 m/min
950	31.2%	4.18 m/min
975	30.4%	4.29 m/min
1000	29.6%	4.39 m/min
1025	28.9%	4.50 m/min
1050	28.2%	4.61 m/min
1075	27.6%	4.72 m/min
1100	27.0%	4.83 m/min
1125	26.4%	4.94 m/min
1150	25.8%	5.05 m/min
1175	25.3%	5.15 m/min
1200	24.7%	5.26 m/min
1225	24.2%	5.37 m/min
1250	23.6%	5.48 m/min
1275	23.3%	5.59 m/min
1300	22.9%	5.70 m/min
1325	22.4%	5.81 m/min
1350	22.0%	5.91 m/min
1375	21.6%	6.02 m/min
1400	21.2%	6.13 m/min
1425	20.9%	6.24 m/min



Intensity of shadow in relation to the distance  
for a Nordex N117 with 120m hub height and 2.19m mean blade width



Shadow flicker from wind turbines

Project:  
13-1-3044-WR-BUR-N-S-ZVI\_tm

Printed Page:  
28.04.2014 11:25 / 1  
Licensed user:  
CUBE Engineering  
Breitscheidstraße 6  
DE-34119 Kassel  
+49 (0) 561 28 85 73 0  
Timo Mertens / t.mertens@cube-engineering.com  
Calculated:  
28.04.2014 11:04/2.9.269



## SHADOW - Main Result

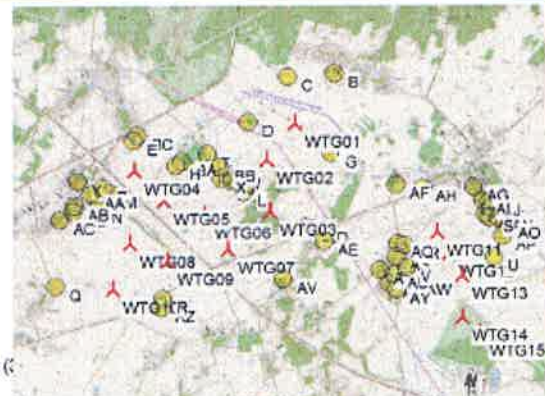
Calculation: shadow flicker - Nordex N117

### Assumptions for shadow calculations

Maximum distance for influence  
Calculate only when more than 20 % of sun is covered by the blade  
Please look in WTG table

Minimum sun height over horizon for influence 3 °  
Day step for calculation 1 days  
Time step for calculation 1 minutes  
The calculated times are 'worst case' given by the following assumptions:  
The sun is shining all the day, from sunrise to sunset  
The rotor plane is always perpendicular to the line from the WTG to the sun  
The WTG is always operating

A ZVI (Zones of Visual Influence) calculation is performed before flicker calculation so non visible WTG do not contribute to calculated flicker values. A WTG will be visible if it is visible from any part of the receiver window. The ZVI calculation is based on the following assumptions:  
Height contours used: Höhenlinien: CONTOURLINE\_ONLINEDATA\_1.wpo (;  
Obstacles used in calculation  
Eye height: 1.5 m  
Grid resolution: 10,0 m



### WTGs

UTM (north)-WGS84 Zone: 35				WTG type						Shadow data	
East	North	Z	Row data/Description	Valid	Manufact.	Type-generator	Power, rated [kW]	Rotor diameter [m]	Hub height [m]	Calculation distance [m]	RPM
[m]											
WTG01	478.708	5.997.459	283,3 NORDEX N117 2400 116,8 ...	Yes	NORDEX	N117-2.400	2.400	116,8	120,0	1.487	11,8
WTG02	478.250	5.996.860	278,0 NORDEX N117 2400 116,8 ...	Yes	NORDEX	N117-2.400	2.400	116,8	120,0	1.487	11,8
WTG03	478.297	5.996.012	272,0 NORDEX N117 2400 116,8 ...	Yes	NORDEX	N117-2.400	2.400	116,8	120,0	1.487	11,8
WTG04	474.074	5.996.685	252,8 NORDEX N117 2400 116,8 ...	Yes	NORDEX	N117-2.400	2.400	116,8	120,0	1.487	11,8
WTG05	474.554	5.996.185	244,0 NORDEX N117 2400 116,8 ...	Yes	NORDEX	N117-2.400	2.400	116,8	120,0	1.487	11,8
WTG06	475.225	5.995.965	268,4 NORDEX N117 2400 116,8 ...	Yes	NORDEX	N117-2.400	2.400	116,8	120,0	1.487	11,8
WTG07	475.614	5.995.391	272,0 NORDEX N117 2400 116,8 ...	Yes	NORDEX	N117-2.400	2.400	116,8	120,0	1.487	11,8
WTG08	474.002	5.995.488	254,3 NORDEX N117 2400 116,8 ...	Yes	NORDEX	N117-2.400	2.400	116,8	120,0	1.487	11,8
WTG09	474.620	5.995.197	264,7 NORDEX N117 2400 116,8 ...	Yes	NORDEX	N117-2.400	2.400	116,8	120,0	1.487	11,8
WTG10	473.713	5.994.742	242,6 NORDEX N117 2400 116,8 ...	Yes	NORDEX	N117-2.400	2.400	116,8	120,0	1.487	11,8
WTG11	479.045	5.995.665	282,4 NORDEX N117 2400 116,8 ...	Yes	NORDEX	N117-2.400	2.400	116,8	120,0	1.487	11,8
WTG12	479.245	5.995.320	282,0 NORDEX N117 2400 116,8 ...	Yes	NORDEX	N117-2.400	2.400	116,8	120,0	1.487	11,8
WTG13	479.484	5.994.962	256,4 NORDEX N117 2400 116,8 ...	Yes	NORDEX	N117-2.400	2.400	116,8	120,0	1.487	11,8
WTG14	479.455	5.994.286	254,0 NORDEX N117 2400 116,8 ...	Yes	NORDEX	N117-2.400	2.400	116,8	120,0	1.487	11,8
WTG15	479.752	5.994.018	254,3 NORDEX N117 2400 116,8 ...	Yes	NORDEX	N117-2.400	2.400	116,8	120,0	1.487	11,8

### Shadow receptor-Input

UTM (north)-WGS84 Zone: 35										
No.	Name	East	North	Z	Width	Height	Height a.g.l.	Degrees from south cw	Slope of window	Direction mode
				[m]	[m]	[m]	[m]	[°]	[°]	
B B -	Settlement Area I	477.345	5.995.269	289,0	0,1	0,1	2,0	0,0	0,0	"Green house mode"
C C -	Outdoor Area	476.594	5.995.226	273,8	0,1	0,1	2,0	0,0	0,0	"Green house mode"
D D -	Outdoor Area	475.941	5.997.478	267,4	0,1	0,1	2,0	0,0	0,0	"Green house mode"
E E -	Settlement Area II	474.058	5.997.170	250,8	0,1	0,1	2,0	0,0	0,0	"Green house mode"
F F -	Outdoor Area	477.183	5.997.151	259,0	0,1	0,1	2,0	0,0	0,0	"Green house mode"
G G -	Outdoor Area	477.298	5.996.980	254,0	0,1	0,1	2,0	0,0	0,0	"Green house mode"
H H -	Settlement Area III	474.765	5.996.756	262,9	0,1	0,1	2,0	0,0	0,0	"Green house mode"
I I -	Settlement Area III	475.274	5.996.894	259,4	0,1	0,1	2,0	0,0	0,0	"Green house mode"
J J -	Settlement Area III	475.696	5.996.532	274,1	0,1	0,1	2,0	0,0	0,0	"Green house mode"
K K -	Settlement Area III	475.628	5.996.503	273,1	0,1	0,1	2,0	0,0	0,0	"Green house mode"
L L -	Outdoor Area	475.860	5.996.333	272,0	0,1	0,1	2,0	0,0	0,0	"Green house mode"
M M -	Settlement Area IV	473.682	5.996.309	249,0	0,1	0,1	2,0	0,0	0,0	"Green house mode"
N N -	Settlement Area IV	473.476	5.996.059	233,3	0,1	0,1	2,0	0,0	0,0	"Green house mode"
O O -	Settlement Area V	476.885	5.995.743	252,4	0,1	0,1	2,0	0,0	0,0	"Green house mode"
Q Q -	Settlement Area VI	472.774	5.994.774	225,9	0,1	0,1	2,0	0,0	0,0	"Green house mode"

To be continued on next page.

WindPRO is developed by EMD International A/S, Nels Jernesvej 10, DK-9220 Aalborg Ø, Tel: +45 96 36 44 44, Fax: +45 96 36 44 45, e-mail: windpro@emd.dk

Project:  
13-1-3044-WR-BUR-N-S-ZVI\_tm

Printed/Date:  
28.04.2014 11:25 / 2

Licensee user:  
CUBE Engineering  
Breitscheidstraße 6  
DE-34119 Kassel  
+49 (0) 561 28 85 73 0  
timo.mertens / t.mertens@cube-engineering.com  
Created:  
28.04.2014 11:04/2.9.269



## SHADOW - Main Result

Calculation: shadow flicker - Nordex N117

...continued from previous page

No.	Name	UTM (north)-WGS84 Zone: 35			Height [m]	Height a.g.l. [m]	Degrees from south cw [°]	Slope of window [°]	Direction mode
		East	North	Z					
		[m]	[m]	[m]					
R R - Settlement Area VII		474.548	5.994.575	258,2	0,1	0,1	2,0	0,0	"Green house mode"
S S - Settlement Area VIII		479.913	5.995.895	258,0	0,1	0,1	2,0	0,0	"Green house mode"
T T - Settlement Area III		475.278	5.996.946	262,6	0,1	0,1	2,0	0,0	"Green house mode"
U U - Outdoor Area		479.988	5.995.251	253,4	0,1	0,1	2,0	0,0	"Green house mode"
V V - Settlement Area IX		478.544	5.995.079	258,0	0,1	0,1	2,0	0,0	"Green house mode"
W W - Settlement Area III		475.858	5.996.807	273,4	0,1	0,1	2,0	0,0	"Green house mode"
X X - Settlement Area III		475.508	5.996.542	271,1	0,1	0,1	2,0	0,0	"Green house mode"
Y Y - Settlement Area IV		473.142	5.996.510	239,2	0,1	0,1	2,0	0,0	"Green house mode"
Z Z - Settlement Area IV		473.564	5.996.386	239,4	0,1	0,1	2,0	0,0	"Green house mode"
AA AA - Settlement Area IV		473.365	5.996.287	231,9	0,1	0,1	2,0	0,0	"Green house mode"
AB AB - Settlement Area IV		473.091	5.996.104	221,1	0,1	0,1	2,0	0,0	"Green house mode"
AC AC - Settlement Area IV		472.848	5.995.868	219,7	0,1	0,1	2,0	0,0	"Green house mode"
AD AD - Settlement Area V		476.999	5.995.723	253,6	0,1	0,1	2,0	0,0	"Green house mode"
AE AE - Settlement Area V		477.182	5.995.517	250,2	0,1	0,1	2,0	0,0	"Green house mode"
AF AF - Settlement Area X		478.365	5.996.439	260,4	0,1	0,1	2,0	0,0	"Green house mode"
AG AG - Settlement Area VIII		479.654	5.996.408	265,5	0,1	0,1	2,0	0,0	"Green house mode"
AH AH - Settlement Area XI		478.799	5.996.387	264,4	0,1	0,1	2,0	0,0	"Green house mode"
AI AI - Settlement Area VIII		479.799	5.996.171	262,7	0,1	0,1	2,0	0,0	"Green house mode"
AJ AJ - Settlement Area VIII		479.914	5.996.159	262,4	0,1	0,1	2,0	0,0	"Green house mode"
AK AK - Settlement Area VIII		479.936	5.996.053	260,4	0,1	0,1	2,0	0,0	"Green house mode"
AL AL - Settlement Area IV		473.074	5.996.011	224,1	0,1	0,1	2,0	0,0	"Green house mode"
AM AM - Settlement Area VII		479.841	5.995.957	258,6	0,1	0,1	2,0	0,0	"Green house mode"
AN AN - Settlement Area VIII		480.076	5.995.891	259,4	0,1	0,1	2,0	0,0	"Green house mode"
AO AO - Settlement Area VIII		480.177	5.995.783	260,6	0,1	0,1	2,0	0,0	"Green house mode"
AP AP - Settlement Area VIII		480.138	5.995.590	258,5	0,1	0,1	2,0	0,0	"Green house mode"
AQ AQ - Settlement Area IX		478.396	5.995.474	259,4	0,1	0,1	2,0	0,0	"Green house mode"
AR AR - Settlement Area IX		478.508	5.995.457	260,0	0,1	0,1	2,0	0,0	"Green house mode"
AS AS - Settlement Area IX		478.371	5.995.262	259,2	0,1	0,1	2,0	0,0	"Green house mode"
AT AT - Settlement Area IX		478.104	5.995.040	256,6	0,1	0,1	2,0	0,0	"Green house mode"
AU AU - Settlement Area IX		478.335	5.994.966	256,2	0,1	0,1	2,0	0,0	"Green house mode"
AV AV - Settlement Area V		476.507	5.994.890	249,1	0,1	0,1	2,0	0,0	"Green house mode"
AW AW - Settlement Area IX		478.838	5.994.851	258,6	0,1	0,1	2,0	0,0	"Green house mode"
AX AX - Settlement Area IX		478.253	5.994.811	255,6	0,1	0,1	2,0	0,0	"Green house mode"
AY AY - Settlement Area IX		478.364	5.994.718	253,0	0,1	0,1	2,0	0,0	"Green house mode"
AZ AZ - Settlement Area VII		474.516	5.994.429	255,5	0,1	0,1	2,0	0,0	"Green house mode"
BA BA - Settlement Area III		474.857	5.996.829	264,8	0,1	0,1	2,0	0,0	"Green house mode"
BB BB - Settlement Area III		475.489	5.996.731	268,8	0,1	0,1	2,0	0,0	"Green house mode"
BC BC - Settlement Area II		474.120	5.997.261	254,0	0,1	0,1	2,0	0,0	"Green house mode"

## Calculation Results

Shadow receptor

No.	Name	Shadow, worst case		
		Shadow hours per year [h/year]	Shadow days per year [days/year]	Max shadow hours per day [h/day]
B B - Settlement Area I		29:19	72	0:28
C C - Outdoor Area		0:57	9	0:08
D D - Outdoor Area		72:16	131	0:41
E E - Settlement Area II		83:58	93	1:11
F F - Outdoor Area		28:32	87	0:28
G G - Outdoor Area		21:22	72	0:25
H H - Settlement Area III		98:31	118	1:19
I I - Settlement Area III		70:16	100	0:53
J J - Settlement Area III		98:15	106	1:05
K K - Settlement Area III		111:52	217	0:53
L L - Outdoor Area		70:20	88	1:26
M M - Settlement Area IV		49:30	104	0:43
N N - Settlement Area IV		45:28	93	0:54

To be continued on next page

WindPRO is developed by EMD International A/S, Niels Jernesvej 10, DK-6220 Aalborg Ø, Tel: +45 99 36 44 44, Fax: +45 99 36 44 40, e-mail: windpro@emd.dk



Project:  
13-1-3044-WR-BUR-N-S-ZVI\_tm

Printed/Date:  
28.04.2014 11:25 / 3

Licensee user:  
CUBE Engineering  
Breitscheidstraße 6  
DE-34119 Kassel  
+49 (0) 561 28 85 73 0  
Timo Mertens / t.mertens@cube-engineering.com  
Calculated:  
28.04.2014 11:04/29.269



## SHADOW - Main Result

Calculation: shadow flicker - Nordex N117

...continued from previous page

No.	Name	Shadow, worst case		
		Shadow hours per year [h/year]	Shadow days per year [days/year]	Max shadow hours per day [h/day]
O O - Settlement Area V		53:41	100	0:44
Q Q - Settlement Area VI		33:03	103	0:29
R R - Settlement Area VII		19:44	53	0:32
S S - Settlement Area VIII		41:58	116	0:32
T T - Settlement Area III		51:50	149	0:45
U U - Outdoor Area		87:20	204	0:44
V V - Settlement Area IX		67:01	168	0:38
W W - Settlement Area III		130:32	226	0:56
X X - Settlement Area III		129:55	264	0:45
Y Y - Settlement Area IV		41:09	138	0:29
Z Z - Settlement Area IV		43:40	117	0:29
AA AA - Settlement Area IV		57:10	154	0:33
AB AB - Settlement Area IV		36:28	113	0:26
AC AC - Settlement Area IV		37:13	131	0:22
AD AD - Settlement Area V		54:43	116	0:37
AE AE - Settlement Area V		27:40	66	0:29
AF AF - Settlement Area X		34:29	86	0:30
AG AG - Settlement Area VIII		32:43	80	0:30
AH AH - Settlement Area XI		24:10	50	0:35
AI AI - Settlement Area VIII		41:11	102	0:30
AJ AJ - Settlement Area VIII		41:11	110	0:27
AK AK - Settlement Area VIII		34:46	96	0:28
AL AL - Settlement Area IV		19:50	68	0:26
AM AM - Settlement Area VIII		42:23	105	0:32
AN AN - Settlement Area VIII		43:12	123	0:27
AO AO - Settlement Area VIII		47:46	143	0:27
AP AP - Settlement Area VIII		44:51	121	0:30
AQ AQ - Settlement Area IX		69:04	156	0:41
AR AR - Settlement Area IX		100:04	175	0:49
AS AS - Settlement Area IX		60:21	164	0:35
AT AT - Settlement Area IX		33:07	109	0:25
AU AU - Settlement Area IX		38:59	119	0:29
AV AV - Settlement Area V		27:13	66	0:29
AW AW - Settlement Area IX		35:56	95	0:32
AX AX - Settlement Area IX		43:07	140	0:26
AY AY - Settlement Area IX		32:03	105	0:25
AZ AZ - Settlement Area VII		26:36	64	0:33
BA BA - Settlement Area III		70:43	122	1:06
BB BB - Settlement Area III		89:26	256	0:35
BC BC - Settlement Area II		47:57	70	0:49

Total amount of flickering on the shadow receptors caused by each WTG

No.	Name	Worst case [h/year]	Expected [h/year]
WTG01 NORDEX N117 2400 116.8 IO! NH: 120.0 m (Ges:178.4 m) (76)		69:08	
WTG02 NORDEX N117 2400 116.8 IO! NH: 120.0 m (Ges:178.4 m) (77)		198:42	
WTG03 NORDEX N117 2400 116.8 IO! NH: 120.0 m (Ges:178.4 m) (78)		179:37	
WTG04 NORDEX N117 2400 116.8 IO! NH: 120.0 m (Ges:178.4 m) (79)		208:09	
WTG05 NORDEX N117 2400 116.8 IO! NH: 120.0 m (Ges:178.4 m) (80)		178:06	
WTG06 NORDEX N117 2400 116.8 IO! NH: 120.0 m (Ges:178.4 m) (81)		230:09	
WTG07 NORDEX N117 2400 116.8 IO! NH: 120.0 m (Ges:178.4 m) (82)		37:12	
WTG08 NORDEX N117 2400 116.8 IO! NH: 120.0 m (Ges:178.4 m) (83)		134:31	
WTG09 NORDEX N117 2400 116.8 IO! NH: 120.0 m (Ges:178.4 m) (84)		25:09	
WTG10 NORDEX N117 2400 116.8 IO! NH: 120.0 m (Ges:178.4 m) (85)		77:42	
WTG11 NORDEX N117 2400 116.8 IO! NH: 120.0 m (Ges:178.4 m) (86)		308:45	
WTG12 NORDEX N117 2400 116.8 IO! NH: 120.0 m (Ges:178.4 m) (89)		305:22	
WTG13 NORDEX N117 2400 116.8 IO! NH: 120.0 m (Ges:178.4 m) (88)		185:06	
WTG14 NORDEX N117 2400 116.8 IO! NH: 120.0 m (Ges:178.4 m) (87)		53:35	
WTG15 NORDEX N117 2400 116.8 IO! NH: 120.0 m (Ges:178.4 m) (90)		7:41	

WindPRO is developed by EMD International A/S, Nils Jernesvej 10, DK-9220 Åsborg Ø, Tel: +45 86 36 44 44, Fax: +45 96 36 44 46, e-mail: windpro@emd.dk



26.04.2014 17:27 / 1  
CUBS Engineering  
Breitscheidstr. 6  
DE-34119 Kassel  
+49 (0) 561 24 65 71 0  
Merano / T. merano@cubs-engineering.com  
26.04.2014 07:12 / 2 268



## Приложение Ж

«УТВЕРЖДАЮ»

Заместитель начальника РУП «БелГИЭ»



К.Н. Хотько

2014 г.

### ЗАКЛЮЧЕНИЕ № 05/14-26

о возможности размещения ветроэнергетических установок  
РУП «Производственное объединение «Белоруснефть»  
в заявленном месте по условиям обеспечения электромагнитной  
совместимости с радиоэлектронными средствами гражданского назначения

г. Минск, 2014

**1. Исходные данные для проведения расчетов и анализа обеспечения электромагнитной совместимости.**

**1.1. Сведения о ветроэнергетических установках:**

№	Место установки	Модель	Географические координаты, 4DMS		Высота мачты, м.	Диаметр ротора, м.
			широта	долгота		
1	в.п. Бурмаки, Воложинский р-н, Минская область	Vestas V112	54.0729905	26.3843934	120	56
2			54.071045	26.3818985	120	56
3			54.0643016	26.382016	120	56
4			54.0704411	26.3619193	120	56
5			54.064832	26.3645779	120	56
6			54.0641319	26.3722795	120	56
7			54.0622814	26.3744381	120	56
8			54.062567	26.3615597	120	56
9			54.0616365	26.3649711	120	56
10			54.0601471	26.3557164	120	56
11			54.063222	26.405322	120	56
12			54.0621087	26.4104318	120	56
13			54.0609535	26.4116462	120	56
14			54.0547015	26.4116136	120	56
15			54.0539033	26.4132544	120	56

1.2. Затрагиваемые РЭС радиовещательной службы в районе планируемого размещения ветроэнергетических установок приведены в Приложении 1.

1.3. Затрагиваемые РЭС фиксированной службы в районе планируемого размещения ветроэнергетических установок приведены в Приложении 2.

**2. Методология проведения расчетов по определению условий обеспечения электромагнитной совместимости (ЭМС) с РЭС гражданского назначения в районе планируемого размещения ветроэнергетической установки:**

**2.1. Расчет обеспечения ЭМС с РЭС радиовещательной службы (Рекомендация МСЭ ITU- R BT.805)**

Механизм мешающего воздействия ветроэнергетической установки на прием телевизионных сигналов, при размещении её вблизи населенных пунктов, показан на рисунке.



WT: ветровая турбина



В любой точке приема телевизионного сигнала в радиусе от 1 до 5 километров (в зависимости от условий приема и количества ветроэнергетических установок) от места размещения ветроэнергетической установки наблюдается приход двух видов сигналов – прямого (полезного) от передающей телевизионной станции и отраженного (мешающего) от основания или лопастей ветроэнергетической установки.

Максимальное значение отражающего фактора лопастей ветроэнергетической установки может быть рассчитано по формуле:

$$20 \log (A/\lambda) - 60 \text{ dB}$$

Относительное значение амплитуды отраженного (мешающего) телевизионного сигнала в любой точке приема в районе размещения ветроэнергетической установки (передний район рассеивания излучений) может быть определено по формуле:

$$RA = 20 \log \frac{\sin (\pi \cdot W/\lambda \cdot \sin \alpha)}{\pi \cdot W/\lambda \cdot \sin \alpha}$$

где:  $A$  – площадь лопасти ветроэнергетической установки,  $\text{м}^2$

$W$  – ширина лопасти ветроэнергетической установки,  $\text{м}$ .

$\lambda$  – длина волны полезного сигнала,  $\text{м}$ .

В любой точке приема, находящейся в районе размещения ветроэнергетической установки (в радиусе от 1 до 5 км.) вычисляются значения уровней полезного и мешающего сигнала.

Разница между значениями уровней полезного и мешающего сигналов определяет величину защитного отношения (С/П).

Величина требуемого защитного отношения не должна превышать следующих значений:

45 дБ - для аналогового телевизионного вещания (Рекомендация ITU-R BT.655)

21 дБ - для цифрового телевизионного вещания (Рекомендация ITU-R BT.1368, отчет R-REP-BT.2142-1-2010)

Радиус зоны проведения исследований по обеспечению условий электромагнитной совместимости ветроэнергетической установки (парка ветроэнергетических установок) с радиоэлектронными средствами радиовещательной службы определяется по формуле:

$$R = 0.051 \cdot B \cdot \sqrt{T}$$

где:  $R$  – радиус зоны проведения исследований, относительно географического центра размещения ветроэнергетической установки (парка) (км.)

$B$  – длина лопасти одиночной ветроэнергетической установки (м.)

$T$  – количество ветроэнергетических установок в парке

Результаты расчетов и анализа выполнения условий обеспечения электромагнитной совместимости, выполненных с использованием программы инженерного расчета ICS Telecom и цифровой модели местности 1:100 000, представлены в Приложении 3.

## 2.2 Расчет обеспечения ЭМС с РЭС фиксированной службы (радиорелейные линии связи)

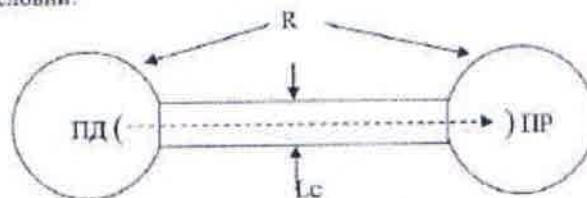
Механизм мешающего воздействия ветроэнергетической установки на работу радиорелейной линии связи может быть разделен на два варианта:

**Вариант 1** – нахождение ветроэнергетической установки около или в створе радиорелейной линии связи (дополнительное клиновидное препятствие).



Проявление мешающего воздействия – ухудшение качественных показателей связи до полного её пропадания в зависимости от площадных размеров ветроэнергетической установки и расстояния её расположения от передающей/приемной части радиорелейной станции (Перекрытие 1-й зоны Френеля).

Зона проведения исследований по обеспечению условий электромагнитной совместимости ветроэнергетической установки (парка ветроэнергетических установок) с радиоэлектронными средствами фиксированной службы может быть определена исходя из следующих условий:



где:  $R$  – 1 км. радиус вокруг передатчика или приемника радиорелейной линии связи  
 $L_c$  – зона между передатчиком и приемником радиорелейной линии связи (м.)

$$L_c = 52 \cdot \left(\frac{D}{F}\right)^{0.5} + 2B$$

где:  $D$  – длина линии связи (км.)  
 $F$  – рабочая частота (ГГц)  
 $B$  – длина лопасти (м.)

**Вариант 2** – ухудшение чувствительности приемного устройства радиорелейной станции (увеличение требуемого защитного отношения  $C/I$ ), вследствие прихода на приемное устройство двух видов сигналов – прямого (полезного) от передающей станции и отраженного (мешающего) от лопастей или основания ветроэнергетической установки. Механизм мешающего воздействия аналогичен, описанному в п. 2.1

Проявление мешающего воздействия – ухудшение качественных показателей связи.

Исходя из типовых тактико-технических характеристик радиорелейных станций (Стандарты ETSI EN 301 128, ETSI EN 300 197, ETSI EN 301 216, ETSI EN 300 431, ETSI EN 301 669) величина требуемого защитного отношения ( $C/I$ ) не должна превышать следующих значений:

- 22 дБ – для низкоскоростных радиорелейных линий связи
- 32 дБ – для высокоскоростных радиорелейных линий связи

Результаты расчетов и анализа выполнения условий обеспечения электромагнитной совместимости, выполненных с использованием программы инженерного расчета ICS Telecom и цифровой модели местности 1:100 000, представлены в Приложении 4.

**Выводы:**

1. Размещение ветроэнергетических установок на площадке, расположенной вблизи населенного пункта, указанного в п.1.1, по результатам проведенных расчетов не будет оказывать мешающего воздействия на работу РЭС гражданского назначения.
2. Зона теоретически возможного временного ухудшения качества приема аналоговых телевизионных сигналов с радиотелевизионной передающей станции «Колодищи» располагается в радиусе 5км от географических центров площадок размещения ВЭУ. Вместе с тем, в соответствии с графиком поэтапного отключения аналогового телевизионного вещания на территории Республики Беларусь, выключение вышеуказанной РТПС планируется 15 мая 2015 года.

Исполнитель:

инженер средств радио и телевидения 1-й категории

Согласовано:

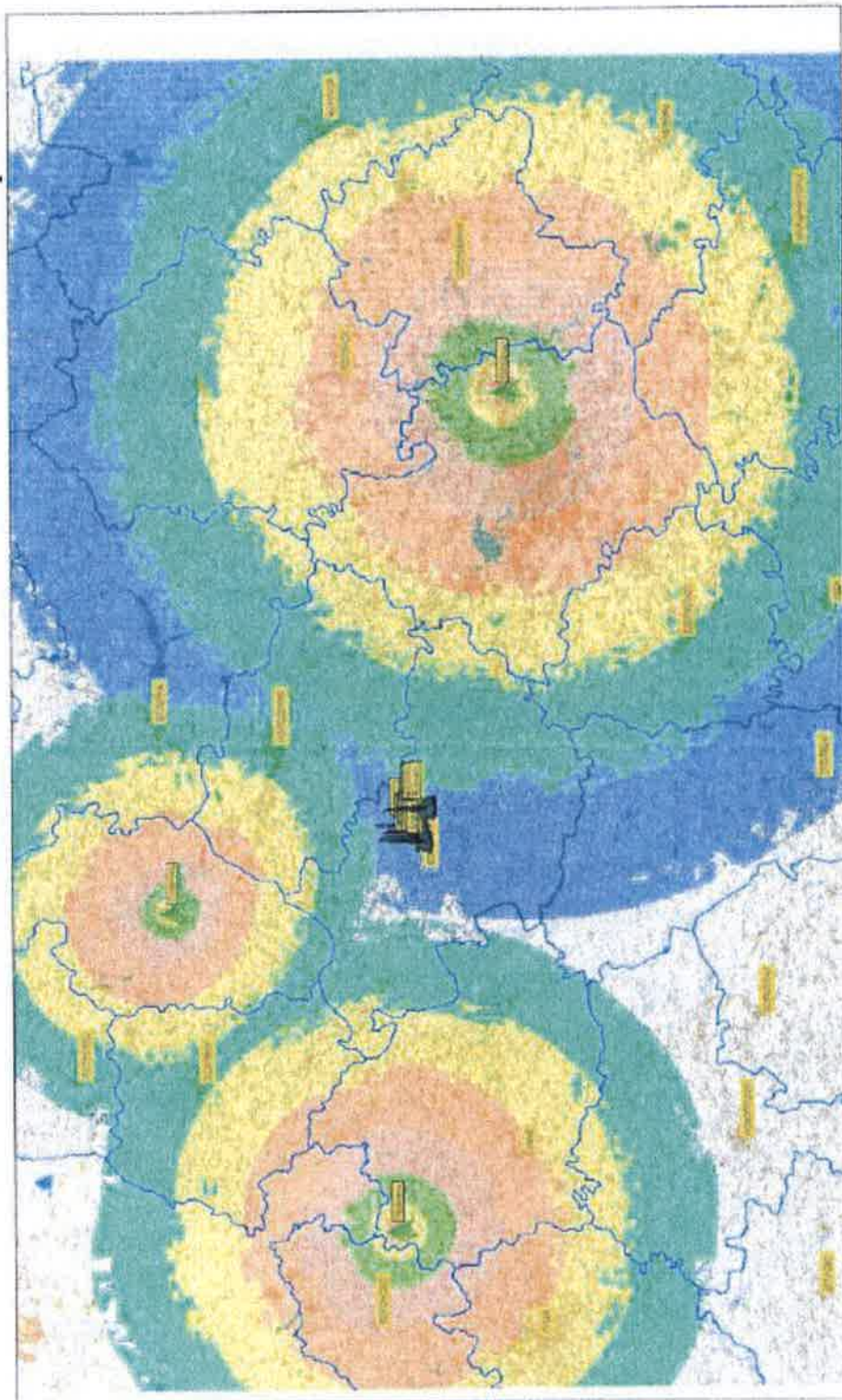
Начальник отдела радиовещательной и спутниковой служб

Начальник отдела фиксированной службы

С.А. Буйницкий

С.В. Дуларев

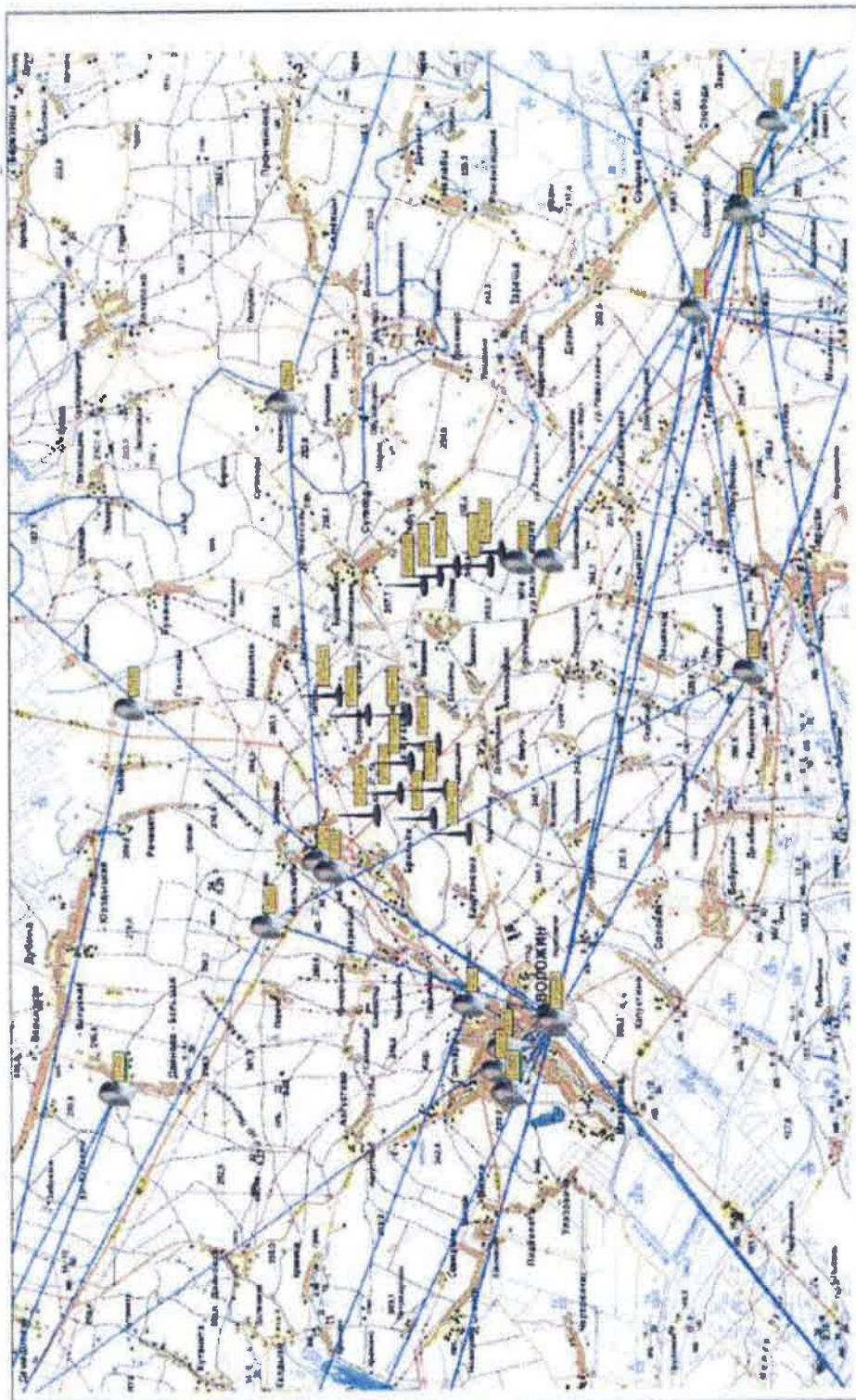
С.В. Быков

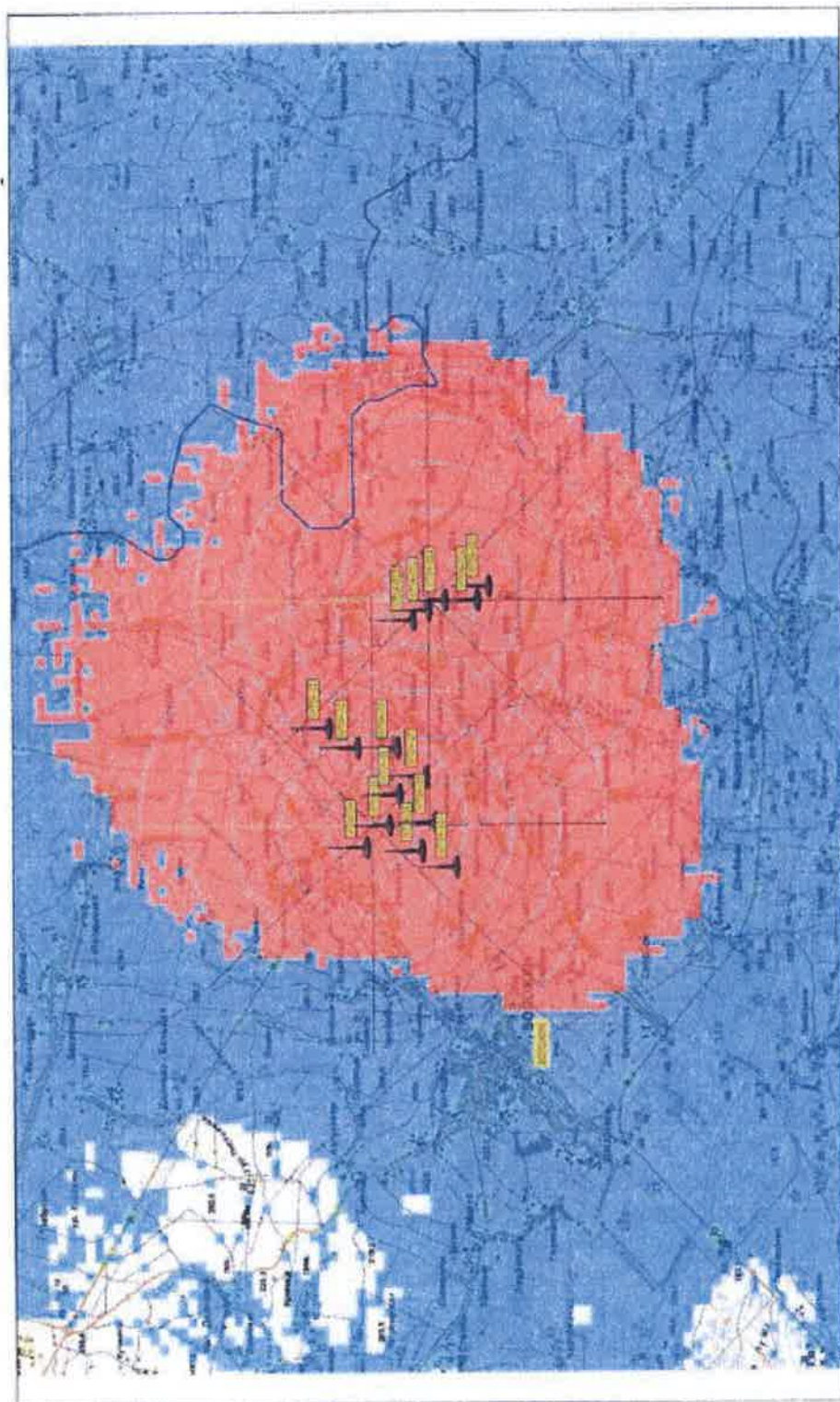


Условные обозначения:

	- радиотехническая установка		- идентификатор станции
	- телевизионная станция		



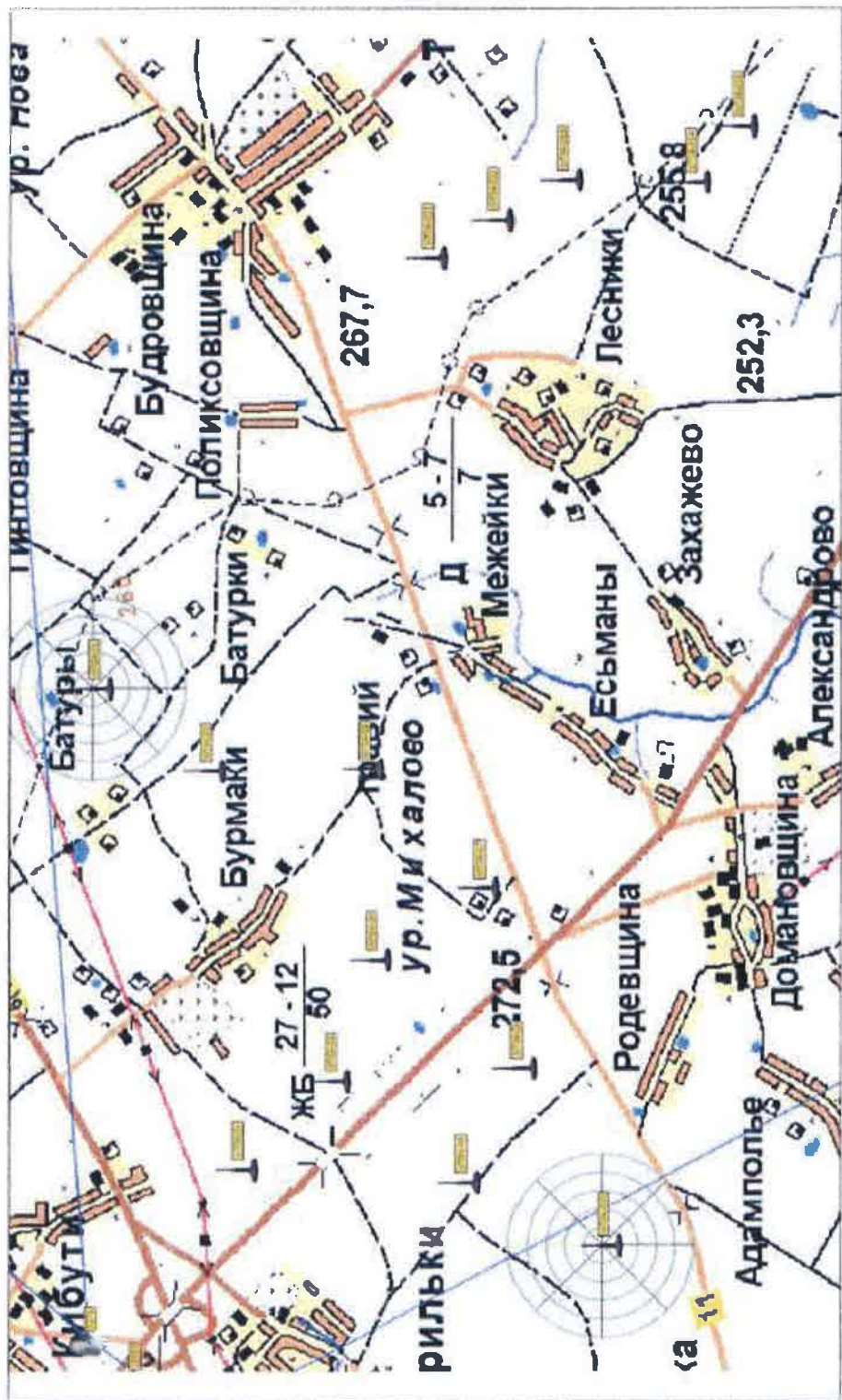




Условные обозначения:

↑	- ветрознергетическая установка	⊙	- размерная сетка шагом 1000 метров
■	- зона обеспечения условий ЭМС	■	- места возможного ухудшения качества приема телевизионных сигналов





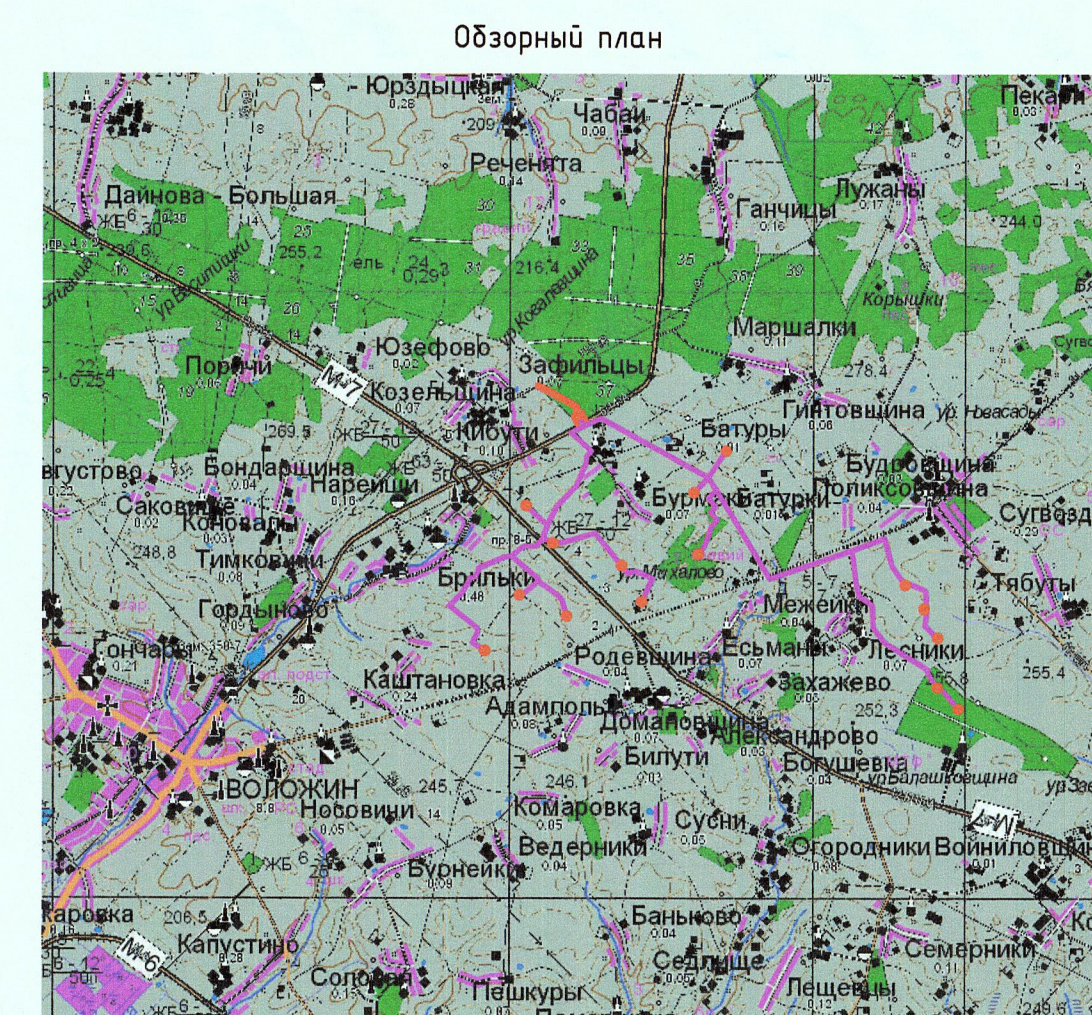
Условные обозначения:

	- метеорологическая установка		- размерная сетка шагом 1000 метров
	- радиорелейная станция		- радиорелейная линия

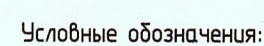







## Приложение И



Μακρυσμαθ 1 : 100 000



-  Намечаемая трасса ВЛ 110 кВ
-  Намечаемые трассы КЛ 10 кВ
-  Проектируемая ВЛ 330 кВ АЭС - Столбы
-  Существующие воздушные линии электропередачи

Μακρυσμαδ 1 : 10 000

[illegible]