

**OBLICZENIOWA ANALIZA AKUSTYCZNA FARMY FOTOWOLTAICZNEJ  
„PRZYBRDA” NA ETAPIE JEJ EKSPLOATACJI**

**Autor: dr inż. Tomasz Andrzejewski .....**

**Gdańsk, 22 maja 2024 r.**

## Spis treści

|                                                                       |           |
|-----------------------------------------------------------------------|-----------|
| <b>1. Podstawa merytoryczna realizacji pracy .....</b>                | <b>3</b>  |
| <b>2. Cel i zakres opracowania.....</b>                               | <b>3</b>  |
| <b>3. Charakterystyka źródeł hałasu.....</b>                          | <b>3</b>  |
| <b>4. Określenie dopuszczalnego poziomu hałasu w środowisku .....</b> | <b>5</b>  |
| <b>5. Metodyka opracowania tematu .....</b>                           | <b>6</b>  |
| <b>6. Wyniki obliczeń .....</b>                                       | <b>6</b>  |
| <b>7. Wnioski .....</b>                                               | <b>11</b> |

## Załączniki

- 1. Informacja techniczna przykładowych urządzeń:**
  - Inwerter Sungrow SG350HX
  - Stacja transformatorowa Sungrow MVS8960-LV
  - Kontener z bateriami ESS - LUNA2000-2.0MWH-2H1/4H1
  - Inwerter PCS-LUNA2000-200KTL-H1
  - Stacja transformatorowa STS-6000K
- 2. Dane i wyniki obliczeń** (wydruki z programu SoundPlan v.8.2):
  - Wykaz źródeł hałasu dzień
  - Wykaz źródeł hałasu noc
  - Poziomy hałasu w punktach obserwacji dzień
  - Poziomy hałasu w punktach obserwacji noc
- 3. Pismo Urzędu Miejskiego w Białym Borze z dnia 16.05.2024 r. w sprawie rodzajów zabudowy**

## **1. Podstawa merytoryczna realizacji pracy**

- Obwieszczenie Ministra Środowiska z dnia 15 października 2013 r w sprawie ogłoszenia jednolitego tekstu rozporządzenia Ministra Środowiska w sprawie dopuszczalnych poziomów hałasu w środowisku (Dz.U. z 2014r. poz. 112),
- Polska Norma PN-ISO 9613-2 - Akustyka. Tłumienie dźwięku podczas propagacji w przestrzeni otwartej. Ogólna metoda obliczania,
- Program komputerowy SoundPlan v. 8.2 zgodny z w/w normą – moduł hałasu przemysłowego i drogowego,
- Projekt Zagospodarowania Terenu budowy Farmy Fotowoltaicznej „Przybrda”, o docelowej mocy do 400 MW, w obrębie Biała, w gminie miejsko-wiejskiej Biały Bór, w powiecie szczecineckim, w województwie zachodniopomorskim.

## **2. Cel i zakres opracowania**

Celem poniższej oceny jest prognostyczne określenie wartości i zasięgu hałasu emitowanego do środowiska z terenu projektowanej Farmy Fotowoltaicznej „Przybrda” oraz sprawdzenie warunków normatywnych w środowisku na granicy terenu przedsięwzięcia i przy elewacjach budynków mieszkalnych na terenach sąsiadujących z przedsięwzięciem.

Zakres opracowania obejmuje:

1. Wytypowanie i klasyfikację źródeł hałasu znajdujących się na terenie projektowanego przedsięwzięcia,
  - charakterystyka czasu działania źródeł,
  - wyznaczenie poziomu mocy akustycznej.
2. Określenie wartości dopuszczalnego poziomu hałasu w środowisku lub poziomu odniesienia na granicach terenu farmy oraz na elewacjach budynków mieszkalnych sąsiadujących z przedsięwzięciem.
3. Obliczeniową analizę emisji od sklasyfikowanych źródeł hałasu.
4. Porównanie wyników obliczeń z wartością dopuszczalną poziomu hałasu w środowisku lub z przyjętymi poziomami odniesienia..

## **3. Charakterystyka źródeł hałasu**

Planowane przedsięwzięcie będzie dużym powierzchniowym źródłem hałasu a jednocześnie specyficznym obiektem ze względu na emisję hałasu na tereny sąsiadujące. Cechą charakterystyczną projektowanej farmy fotowoltaicznej będzie bardzo duża liczba jednorodnych źródeł hałasu przy niewielkiej liczbie typów zainstalowanych urządzeń.

Podstawowy element projektowanej farmy fotowoltaicznej czyli panele nie są źródłami hałasu. Tym niemniej będą one aktywnymi elementami projektowanego przedsięwzięcia tłumiąc i rozpraszając energię akustyczną generowaną i emitowaną przez pozostałe urządzenia zainstalowane na farmie. Liczbowe i ilościowe określenie tego tłumienia nie jest obecnie możliwe ale przy końcowej ocenie oddziaływania farmy na środowisko należy o nim pamiętać .ponieważ wpłynie ono pozytywnie na dodatkowe zmniejszenie oddziaływania akustycznego farmy na otoczenie

Źródłami hałasu na farmie fotowoltaicznej będą wszystkie urządzenia przetwarzające i magazynujące wytworzoną energię elektryczną. Na całym terenie farmy będą to inwertery i transformatory przetwarzające prąd stały wytworzony w panelach na prąd przemienny podnosząc jednocześnie jego napięcie. Wytworzona energia w zależności od zapotrzebowania i bilansu energetycznego systemu może być przesyłana w dwóch kierunkach – do sieci elektroenergetycznej lub do projektowanych opcjonalnie magazynów energii. Zespół magazynów energii będzie stanowił opcjonalnie integralną część projektowanej farmy.

Projektowane opcjonalnie magazyny energii będą pełniły podwójną rolę. Będą odbierały i magazynowały wyprodukowaną na farmie energię elektryczną, ale również będą mogły magazynować energię elektryczną z sieci w tych okresach czasu, kiedy w systemie elektroenergetycznym będą dostępne nadwyżki energii. Magazyny energii będą składały się z kontenerów z bateriami zintegrowanymi z zespołem inwerterów i stacją transformatorową przekształcającymi prąd przemienny na prąd stały o napięciu odpowiadającym charakterystyce baterii. Zmagazynowana energia będzie przekazywana do sieci w okresach zwiększonego zapotrzebowania, w godzinach szczytu. Procedura działania magazynów energii określa jednoznacznie sposób oddziaływania na środowisko. Przyjęto, że magazyny energii będą mogły pracować i emitować hałas w dowolnym czasie w ciągu całej doby, w dzień i w nocy.

Zainstalowane na farmie panele będą działały i produkowały energię elektryczną w porze dziennej. W podobnym okresie czasu będą pracowały i emitowały hałas zintegrowane z nimi inwertery i stacje transformatorowe farmy fotowoltaicznej. W związku z tym przyjęto, że w porze dziennej będą pracowały wszystkie znajdujące się na terenie farmy źródła hałasu.

Oceniając całość przedsięwzięcia, łącznie z opcjonalnie planowanymi magazynami energii, przyjęto, że występujący w fazie eksploatacji hałas samochodów obsługi nadzoru i konserwacji farmy będzie nieistotny w całkowitym bilansie emitowanej energii akustycznej. Hałas ten pominięto w ocenie.

Z przedstawionych założeń projektowych wynika, że na terenie planowanego przedsięwzięcia mogą zostać zainstalowane przykładowe, wynikające z obecnego stanu techniki, wymienione poniżej urządzenia stanowiące bezpośrednie źródła hałasu (zob. załącznik nr 1 do opracowania):

- Inwertery farmy fotowoltaicznej – do 1360 szt. – przykładowo Sungrow SG350HX
- Stacje transformatorowe farmy fotowoltaicznej – do 80 szt. – przykładowo Sungrow MVS8960-LV
- Planowane opcjonalnie magazyny energii do 96 szt. każdy składający się z:
  - Kontenerów z bateriami – do 10 szt. – przykładowo ESS - LUNA2000-2.0MWH-2H1/4H1
  - Inwerterów – do 30 szt. – przykładowo PCS-LUNA2000-200KTL-H1
  - Stacji transformatorowej - 1 szt. – przykładowo STS-6000K.

#### 4. Określenie dopuszczalnego poziomu hałasu w środowisku

Teren lokalizacji planowanego przedsięwzięcia położony jest na obszarze, na którym nie obowiązują miejscowe plany zagospodarowania przestrzennego. Po zachodniej stronie od farmy położone są wsie Biała i Przybrda. Zgodnie z pismem z dnia 16.05.2024 r. Urzędu Miejskiego w Białym Borze w sprawie rodzajów zabudowy (załącznik nr 3 do opracowania) na wschód od drogi krajowej DK nr 20 na terenie wsi Biała znajduje się zabudowa mieszkaniowa jednorodzinna, a na terenie wsi Przybrda zabudowa mieszkaniowa jednorodzinna oraz wielorodzinna. Po południowej, wschodniej i północnej stronie farma graniczy z terenami rolnymi i leśnymi oraz z drogami gruntowymi, jedynie w pobliżu południowo – wschodniego krańca farmy, za drogą gruntową, w rejonie jez. Bielsko znajdują się dwa budynki mieszkaniowe jednorodzinne.

Projektowana farma fotowoltaiczna nie graniczy z żadnymi terenami na granicy których mogły by obowiązywać dopuszczalne poziomy hałasu w środowisku. W związku z taką sytuacją, nie określono dopuszczalnego poziomu hałasu na granicy działek, na których projektowane jest analizowane przedsięwzięcie. Natomiast hałas mogący docierać do istniejących na sąsiednich terenach siedlisk mieszkalnych oceniono odpowiednio tak, jak dla terenów zabudowy mieszkaniowej jednorodzinnej oraz terenów zabudowy mieszkaniowej wielorodzinnej i zamieszkania zbiorowego.

Na granicach terenów zabudowy mieszkaniowej jednorodzinnej określa się dopuszczalny poziom hałasu zgodnie z punktem 2 a Tabeli nr 1 załącznika do rozporządzenia Ministra Środowiska z dnia 14 czerwca 2007:

od pozostałych obiektów i działalności będącej źródłem hałasu

$L_{AeqD} = 50$  dB w godz. od 6<sup>00</sup> do 22<sup>00</sup> /pora dzienna/

$L_{AeqN} = 40$  dB w godz. od 22<sup>00</sup> do 6<sup>00</sup> /pora nocna/.

Jednocześnie hałas docierający do w/w terenów z dróg przylegającego układu komunikacyjnego winien wynosić:

$L_{AeqD} = 61$  dB w godz. od 6<sup>00</sup> do 22<sup>00</sup> /pora dzienna/

$L_{AeqN} = 56$  dB w godz. od 22<sup>00</sup> do 6<sup>00</sup> /pora nocna/.

Na granicach terenów zabudowy mieszkaniowej wielorodzinnej i zamieszkania zbiorowego określa się dopuszczalny poziom hałasu zgodnie z punktem 3 a Tabeli nr 1 załącznika do rozporządzenia Ministra Środowiska z dnia 14 czerwca 2007:

od pozostałych obiektów i działalności będącej źródłem hałasu

$L_{AeqD} = 55$  dB w godz. od 6<sup>00</sup> do 22<sup>00</sup> /pora dzienna/

$L_{AeqN} = 45$  dB w godz. od 22<sup>00</sup> do 6<sup>00</sup> /pora nocna/.

Jednocześnie hałas docierający do w/w terenów z dróg przylegającego układu komunikacyjnego winien wynosić:

$L_{AeqD} = 65$  dB w godz. od 6<sup>00</sup> do 22<sup>00</sup> /pora dzienna/

$L_{AeqN} = 56$  dB w godz. od 22<sup>00</sup> do 6<sup>00</sup> /pora nocna/.

Przedział czasu odniesienia w przypadku pozostałych obiektów i działalności będącej źródłem hałasu wynosi 8 najmniej korzystnych godzin dnia kolejno po sobie następujących i 1 najmniej korzystną godzinę nocy.

Przedział czasu odniesienia w przypadku dróg i linii kolejowych wynosi 16 godzin dnia i 8 godzin nocy.

## 5. Metodyka opracowania tematu

### Metodyka wykonania obliczeń

Podstawą merytoryczną wykonania oceny uciążliwości i obliczeń jest Polska Norma PN-ISO 9613-2 - Akustyka. Tłumienie dźwięku podczas propagacji w przestrzeni otwartej. Ogólna metoda obliczania wraz z programem komputerowym SoundPlan v.8.2 zgodnym z w/w normą – moduł hałasu przemysłowego i drogowego.

### Prezentacja wyników

Prezentacja wyników obejmuje graficzny wydruk wyników obliczeń w siatce punktów obserwacji w postaci obrazu pola akustycznego – szkicu sytuacyjnego z naniesionymi liniami jednakowego poziomu hałasu oraz stabelaryzowanych wartości poziomu hałasu w wytypowanych punktach obserwacji.

### Dane do obliczeń

Dane przyjęte do obliczeń komputerowych przyjęto na podstawie informacji i dokumentacji technicznej producentów przykładowych urządzeń:

- Inwertery farmy fotowoltaicznej - 1360 szt. – przykładowo Sungrow SG350HX – poziom mocy akustycznej  $L_{AW} = 83,6$  dB modelowane jako 1360 zastępczych punktowych źródeł hałasu
- Stacje transformatorowe farmy fotowoltaicznej - 80 szt. – przykładowo Sungrow MVS8960-LV – poziom mocy akustycznej  $L_{AW} = 65$  dB modelowane jako 80 zastępczych punktowych źródeł hałasu.

Planowane opcjonalnie magazyny energii – do 96 szt. każdy składający się z:

- Kontenerów z bateriami - 10 szt. – przykładowo ESS - LUNA2000-2.0MWH-2H1/4H1 poziom mocy akustycznej  $L_{AW} = 80$  dB
- Inwerterów - 30 szt. – przykładowo PCS-LUNA2000-200KTL-H1 poziom mocy akustycznej  $L_{AW} = 72$  dB
- Stacji transformatorowej - 1 szt. – przykładowo STS-6000K poziom mocy akustycznej  $L_{AW} = 72$  dB

Obliczony sumaryczny poziom mocy akustycznej jednego przykładowego magazynu energii wynosi  $L_{AW} = 92$  dB.

- Magazyny energii modelowano jako 96 zastępczych punktowych źródeł hałasu o poziomie mocy akustycznej  $L_{AW} = 92$  dB.

## 6. Wyniki obliczeń

Podstawą merytoryczną wykonania oceny uciążliwości i obliczeń jest Polska Norma PN-ISO 9613-2 – Akustyka. Tłumienie dźwięku podczas propagacji w przestrzeni otwartej. Ogólna metoda obliczania wraz z programem komputerowym SoundPlan 8.2.

Symulację komputerową sytuacji akustycznej dla analizowanego przedsięwzięcia przeprowadzono dla pory dziennej oraz dla pory nocnej wg założeń opisanych w punkcie 3 i w punkcie 5.

Wyniki obliczeń w punktach obserwacji przedstawione są w poniższej tabeli w postaci wartości równoważnego poziomu hałasu, natomiast ogólna sytuacja akustyczna przedstawiona jest w postaci szkicu sytuacyjnego z obrazem pola

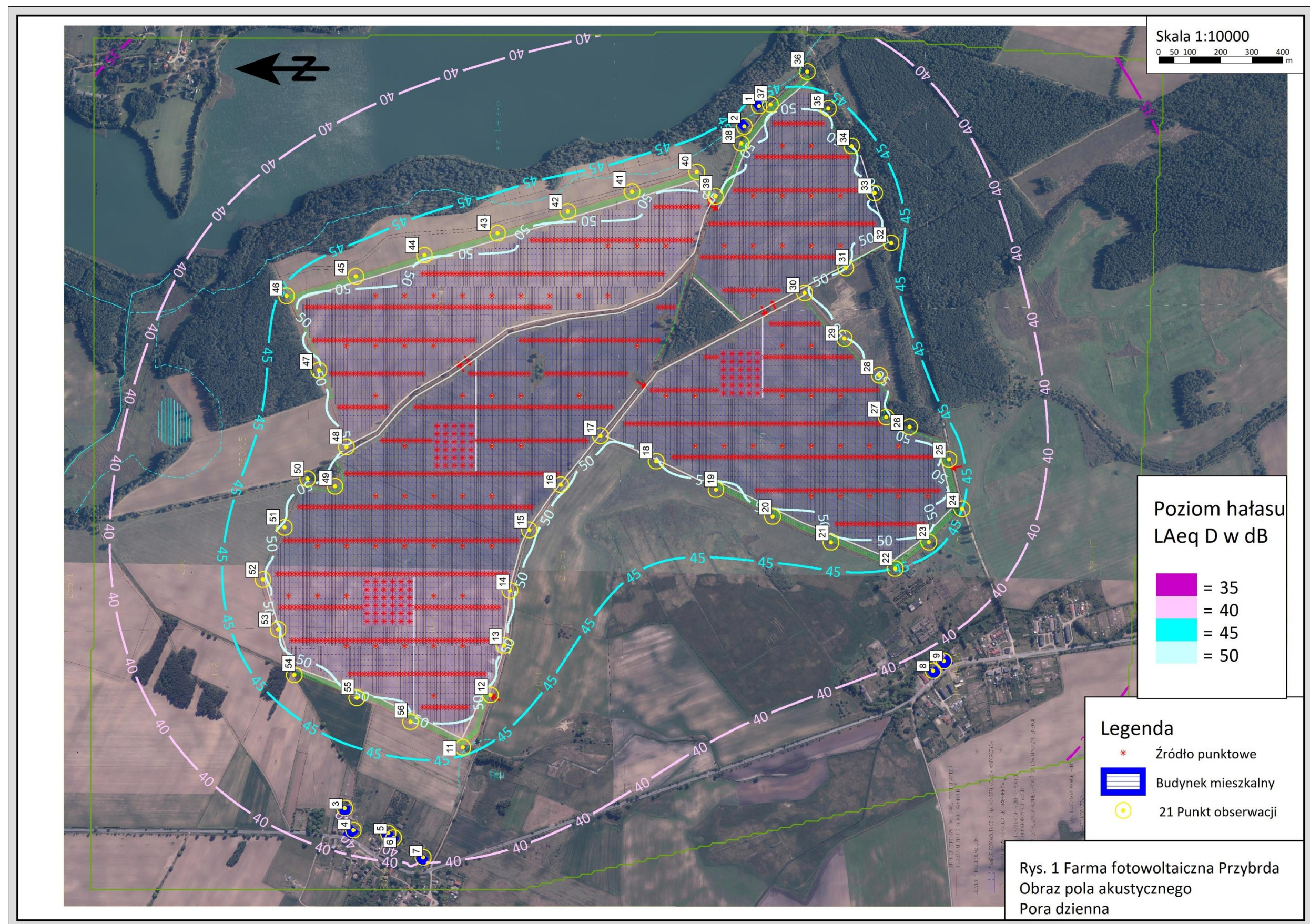
akustycznego i naniesionymi izoliniami. Obraz pola akustycznego dla pory dziennej przedstawiono na Rys. 1, obraz pola akustycznego dla pory nocnej na Rys. 2.

Punkty obserwacji usytuowano przy elewacji budynków mieszkalnych jednorodzinnych w pobliżu jez. Bielsko na wysokości  $h = 4$  m /punkty nr 1 i 2/, przy elewacjach budynków mieszkalnych na terenie wsi Biała i Przybrda również na wysokości  $h = 4$  m /punkty nr 3 – 9/ oraz na granicy terenów działek, na których projektowana jest farma na wysokości  $h = 1,5$  m /punkty nr 11 – 55/.

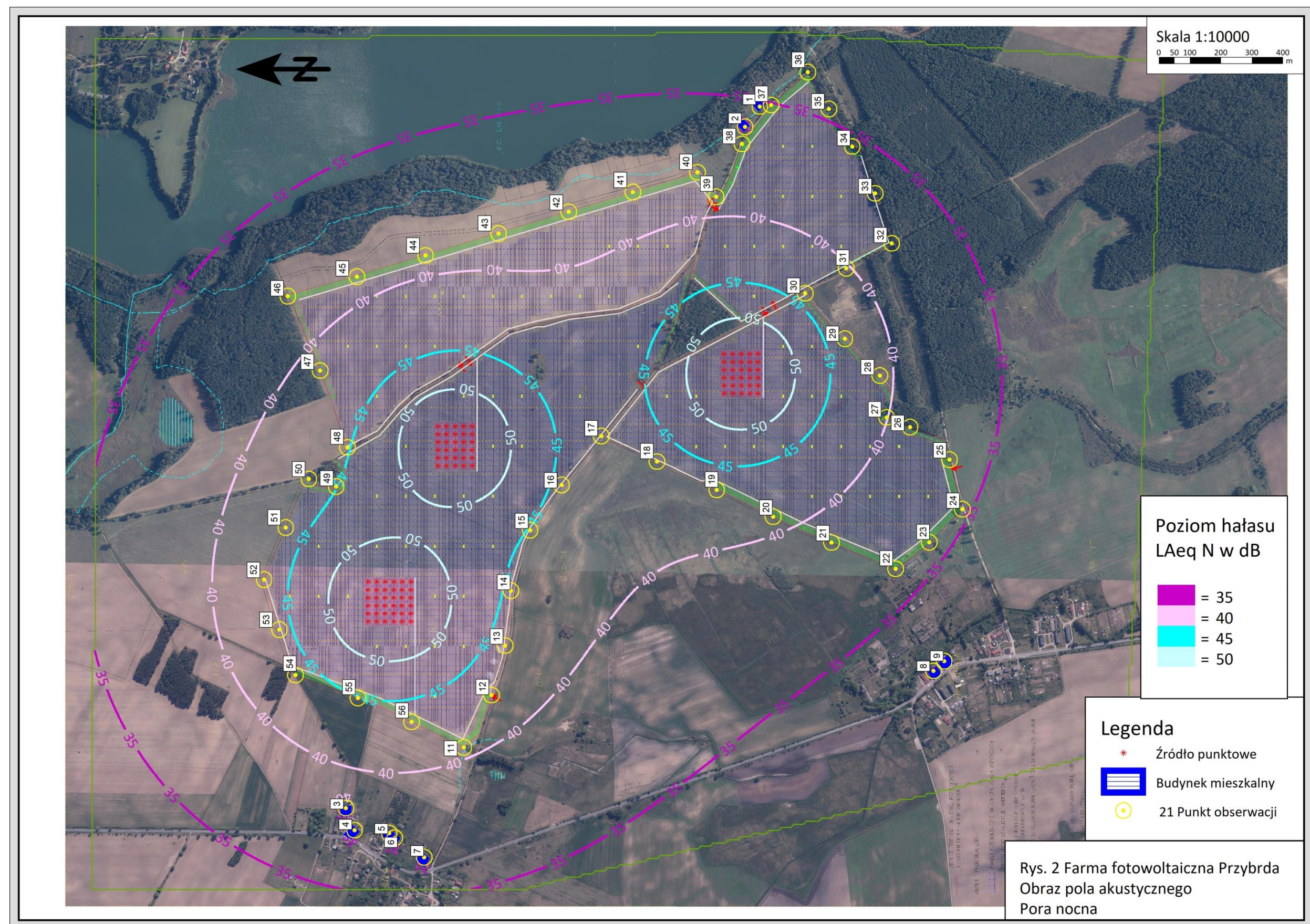
Tabela nr 1. Wartości równoważnego poziomu hałasu w punktach obserwacji.

| Poziom hałasu w punktach obserwacji |              |                                 |                               |
|-------------------------------------|--------------|---------------------------------|-------------------------------|
| Nr punktu                           | Wysokość [m] | Pora dzienna<br>$L_{AeqD}$ [dB] | Pora nocna<br>$L_{AeqN}$ [dB] |
| 1                                   | 4            | 48,2                            | 37,2                          |
| 2                                   | 4            | 48,5                            | 38                            |
| 3                                   | 4            | 44,3                            | 40                            |
| 4                                   | 4            | 43,5                            | 39,7                          |
| 5                                   | 4            | 43,6                            | 39,7                          |
| 6                                   | 4            | 43,4                            | 39,6                          |
| 7                                   | 4            | 42,7                            | 38,8                          |
| 8                                   | 4            | 41,7                            | 35,6                          |
| 9                                   | 4            | 41,8                            | 35,6                          |
| 11                                  | 1,5          | 45,5                            | 40,5                          |
| 12                                  | 1,5          | 48,2                            | 42,2                          |
| 13                                  | 1,5          | 50,3                            | 43,5                          |
| 14                                  | 1,5          | 50,4                            | 44,4                          |
| 15                                  | 1,5          | 50,7                            | 44,7                          |
| 16                                  | 1,5          | 51                              | 44,2                          |
| 17                                  | 1,5          | 50,5                            | 43,2                          |
| 18                                  | 1,5          | 49,5                            | 43,3                          |
| 19                                  | 1,5          | 48,8                            | 42,9                          |
| 20                                  | 1,5          | 48,3                            | 40,8                          |
| 21                                  | 1,5          | 47,6                            | 38,4                          |
| 22                                  | 1,5          | 44,8                            | 36                            |
| 23                                  | 1,5          | 46,6                            | 35,7                          |
| 24                                  | 1,5          | 44,8                            | 35,3                          |
| 25                                  | 1,5          | 46,8                            | 36,4                          |
| 26                                  | 1,5          | 47,9                            | 38,6                          |

|    |     |      |      |
|----|-----|------|------|
| 27 | 1,5 | 50,8 | 40   |
| 28 | 1,5 | 49,2 | 40,8 |
| 29 | 1,5 | 49,9 | 42,9 |
| 30 | 1,5 | 50   | 43,6 |
| 31 | 1,5 | 49,5 | 40,2 |
| 32 | 1,5 | 45,9 | 37,5 |
| 33 | 1,5 | 48,3 | 36,4 |
| 34 | 1,5 | 48,9 | 35,4 |
| 35 | 1,5 | 47,1 | 34,6 |
| 36 | 1,5 | 43,2 | 33,7 |
| 37 | 1,5 | 46,6 | 35   |
| 38 | 1,5 | 47,3 | 36,6 |
| 39 | 1,5 | 49,5 | 38,9 |
| 40 | 1,5 | 47   | 37,8 |
| 41 | 1,5 | 47,1 | 38,1 |
| 42 | 1,5 | 47,8 | 38,2 |
| 43 | 1,5 | 47,5 | 38,5 |
| 44 | 1,5 | 48,5 | 39   |
| 45 | 1,5 | 47,6 | 38,8 |
| 46 | 1,5 | 45,7 | 37,8 |
| 47 | 1,5 | 49,3 | 41,1 |
| 48 | 1,5 | 49,9 | 44,7 |
| 49 | 1,5 | 51,2 | 44,8 |
| 50 | 1,5 | 48,8 | 43,3 |
| 51 | 1,5 | 50,4 | 43,4 |
| 52 | 1,5 | 48,7 | 42,9 |
| 53 | 1,5 | 49,3 | 43,8 |
| 54 | 1,5 | 47,4 | 43,2 |
| 55 | 1,5 | 49   | 44,7 |



Rys. 1. Obliczeniowy obraz pola akustycznego planowanej Farmy Fotowoltaicznej „Przybrda” - **pora dnia** (oprac. własne)



Rys. 2. Obliczeniowy obraz pola akustycznego planowanej Farmy Fotowoltaicznej „Przybrda” - **pora nocna** (oprac. własne)

Prognozowane wartości poziomu hałasu są następujące:

budynki mieszkaniowe jednorodzinne koło jez. Bielsko:

- ♦ pora dzienna  $L_{Aeq} = 48 \div 49$  dB,
- ♦ pora nocna  $L_{Aeq} = 37 \div 38$  dB.

budynki mieszkaniowe na terenie wsi Biała i Przybrda:

- ♦ pora dzienna  $L_{Aeq} = 42 \div 44$  dB,
- ♦ pora nocna  $L_{Aeq} = 36 \div 40$  dB.

granica terenów farmy:

- ♦ pora dzienna  $L_{Aeq} = 43 \div 51$  dB,
- ♦ pora nocna  $L_{Aeq} = 34 \div 45$  dB.

Wszystkie wartości poziomu hałasu prognozowane przy elewacjach budynków mieszkalnych są niższe lub co najwyżej równe wartości dopuszczalnego poziomu hałasu w środowisku przyjętego do oceny zarówno w ciągu dnia jak i w nocy - p. 4 niniejszej analizy.

Jak już wspomniano (p. 3), panele fotowoltaiczne na konstrukcjach wsporczych będą tłumić i rozpraszać energię akustyczną generowaną i emitowaną przez pozostałe urządzenia zainstalowane na farmie, co wpłynie na dodatkowe zmniejszenie oddziaływania akustycznego farmy na otoczenie.

## 7. Wnioski

Przeprowadzona analiza akustyczna i wykonane obliczenia pozwalają wyciągnąć wniosek, że projektowana Farma Fotowoltaiczna „Przybrda”, o docelowej mocy do 400 MW, w obrębie Biała, w gminie miejsko-wiejskiej Białły Bór, w powiecie szczecineckim, w województwie zachodniopomorskim będzie obiektem nieuciążliwym pod względem emisji hałasu do środowiska.

Przyjęte do analizy przykładowe urządzenia odpowiadają aktualnemu poziomowi techniki w zakresie wyposażania farm fotowoltaicznych. Szybki rozwój technologii w zakresie fotowoltaiki powoduje wprowadzanie na rynek nowych, bardziej nowoczesnych urządzeń. Urządzenia te będą mogły zastępować przyjęte do analizy przykładowe, aktualnie dostępne na rynku rozwiązania pod warunkiem stosowania urządzeń o poziomie mocy akustycznej równym lub niższym, ale nie wyższym od wartości poziomów mocy akustycznej przyjętych do analizy.