



SEA AND AIR TECHNOLOGY S.L.
Toledo 5, 28223 Pozuelo-Madrid
Hiszpania NIP: B-87060836
Tel./Fax: + 34 916 217 891





Radio electrical affection of photovoltaic farm over ILS system at Szczecin - Goleniów Airport

Investor: Port Lotniczy Szczecin Goleniów Sp. z o.o. , Glewice 1A, 71-100 Goleniów.

Investment: Construction of the photovoltaic farm within the administrative boundaries of the airport..

Location: The area marked in Annexes 1-3 to the application for a permit for a significant change in the operational and technical characteristics of the Szczecin - Goleniów airport, from 23/09/2020.

Developed by:	Luis Francisco Salas Huertas Aerospatiale engineer degree Aeronautical engineer Navigation and air traffic specialist	Signature: Prof. School N°: 3.696 Associated N°: 3.937 
Approved by:	Agnieszka Dorota Zadrożna Country Business Development Manager	Signature: 
Date:	28/07/2021	Ed. 1 Rev 0

This document is the exclusive property of Sea and Air Technology S.L.
Total or partial reproduction without the written consent of the Management Company is prohibited.



Analiza wpływu farmy fotowoltaicznej
na pracę systemu ILS lotniska Szczecin - Goleniów

Wydanie: 1
Wersja: 0

Data: 28/07/2021
Strona: 4 / 87



SPIS TREŚCI

1	Przedmiot opracowania	9
2	Dokumentacja źródłowa	11
3	Skróty	12
4	Wstęp	13
5	Systemy fotowoltaiczne	17
6	Nadajniki i systemy antenowe	23
6.1	Nadajnik kierunku podejścia LOC RWY31	23
6.2	Radiolatarnia ścieżki schodzenia GP 31	26
7	Symulacja ILS 31	29
7.1	Powierzchnie ograniczające przeszkody	29
7.1.1	Powierzchnia przejściowa wewnętrzna	30
7.1.2	Powierzchnia podejścia wewnętrzna	34
7.1.3	Powierzchnia wznoszenia.....	36
7.1.4	Wnioski dotyczące wysokości paneli fotowoltaicznych	38
7.2	Cyfrowy model paneli fotowoltaicznych.....	39
7.2.1	Model 3D paneli fotowoltaicznych umieszczonych w sektorach lotniska	42
7.3	Symulacja nadajnika kierunku podejścia (LOC).....	46
7.3.1	Procedura podejścia do LOC 31	47
7.3.2	Podejście po orbicie do LOC 31	58
7.3.3	Wnioski z symulacji nadajnika kierunku podejścia LOC	61
7.4	Symulacja radiolatarni ścieżki schodzenia (GP).....	63
7.4.1	Procedura podejścia do GP 31	65
7.4.2	Podejście level run do GP 31	73
7.4.3	Podejście po orbicie do GP 31	75
7.4.4	Wnioski z symulacji radiolatarni ścieżki schodzenia GP	77
7.5	Wnioski końcowe	79
8	Certyfikaty	83
8.1	Dyplom ukończenia studiów magisterskich na wydziale inżynierii lotniczej	83
8.2	Dyplom ukończenia studiów inżynierskich na wydziale nawigacji i ruchu lotniczego	84
8.3	Certyfikat kompetencji Uniwersytetu w Ohio.....	85
8.4	Certyfikat ISO 9001:2015	86
8.5	Certyfikat ISO 14001:2015	87



Rysunek 38 Podejście LOC 31 (12 LPDA) limity CAT III – panele w sektorze 1 i 2 równoległe do RCL.	51
Rysunek 39 Podejście LOC 31 (16 LPDA) limity CAT I – panele w sektorze 1 i 2 równoległe do RCL.	52
Rysunek 40 Podejście LOC 31 (16 LPDA) limity CAT III – panele w sektorze 1 i 2 równoległe do RCL.	52
Rysunek 41 Podejście LOC 31 (20 LPDA) limity CAT III – panele w sektorze 1 i 2 równoległe do RCL.	53
Rysunek 42 Podejście LOC 31 (12 LPDA) limity CAT I – panele w sektorze 1 równoległe do RCL.	54
Rysunek 43 Podejście LOC 31 (12 LPDA) limity CAT I – panele umieszczone w sektorze 1 równoległe do RCL.	55
Rysunek 44 Podejście LOC 31 (12 LPDA) limity CAT I – panele w sektorze 2 równoległe do RCL.	55
Rysunek 45 Podejście LOC 31 (12 LPDA) limity CAT I – panele w sektorze 1 i 2 równoległe do RCL.	56
Rysunek 46 Podejście LOC 31 (12 LPDA) limity CAT III – panele w sektorze 1 i 2 równoległe do RCL.	57
Rysunek 47 Profil orbity do LOC 31.....	58
Rysunek 48 LOC 31 Orbita $\pm 35^\circ$ względem RCL – uwzględniono wszystkie sektory	59
Rysunek 49 LOC 31 Orbita $\pm 35^\circ$ względem RCL – bez sektora 1-2 i 1-3	59
Rysunek 50 LOC 31 Orbita $\pm 35^\circ$ względem RCL – bez sektorów od 1-1 do 1-3.....	60
Rysunek 51 Scenariusz 2D GP 31 – panele fotowoltaiczne.....	64
Rysunek 52 Scenariusz 3D GP 31 – panele fotowoltaiczne.....	64
Rysunek 53 Profil podejścia do GP 31	65
Rysunek 54 Podejście do GP 31 (CEGS) limity CAT I – panele w sektorze 1 i 2 równoległe do RCL.	66
Rysunek 55 Podejście do GP 31 (CEGS) limity CAT III – panele w sektorze 1 i 2 równoległe do RCL.	67
Rysunek 56 Podejście do GP 31 (CEGS) limity CAT I – panele w sektorze 1 i 2 równoległe do RCL.	68
Rysunek 57 Podejście do GP 31 (CEGS) limity CAT III – panele w sektorze 1 i 2 równoległe do RCL.	69
Rysunek 58 Podejście do GP 31 (CEGS) limity CAT III – panele w sektorze 1 i 2 obrócone o 10° względem RCL.....	69
Rysunek 59 Podejście do GP 31 (CEGS) CAT limity III – wyłącznie panele sektora 1-11 równoległe do RCL.....	70
Rysunek 60 Podejście do GP 31 (CEGS) CAT limity III – wyłącznie panele sektora 2 równoległe do RCL	71
Rysunek 61 Podejście do GP 31 (CEGS) CAT limity III – wyłącznie panele sektora 1-18 i sektora 2 równoległe do RCL.....	71
Rysunek 62 Podejście do GP 31 (CEGS) CAT limity III – wyłącznie panele od sektora 1-12 do sektora 1-17 równoległe do RCL.....	72
Rysunek 63 Profil podejścia level run do GP 31	73



Rysunek 64 Podejście Level Run do GP 31 (CEGS) limity CAT III – panele w sektorze 1 i sektorze 2 równoległe do RCL.....	74
Rysunek 65 Profil podejścia po orbicie do GP 31.....	75
Rysunek 66 GP 31 Orbita $\pm 20^\circ$ względem RCL.....	76
Rysunek 67 Obszary zakazane dla LOC.....	80
Rysunek 68 Obszary NIE wskazane dla LOC.....	80
Rysunek 69 Obszary zakazane dla GP.....	80
Rysunek 70 Obszary NIE wskazane dla GP.....	81

SPIS TABEL

Tabela 1 Dokumentacja źródłowa.....	11
Tabela 2 Skróty użyte w dokumencie.....	12
Tabela 3 Odległości i dane drogi startowej lotniska Szczecin-Goleniów.....	13
Tabela 4 Odległości i dane drogi startowej lotniska Szczecin-Goleniów.....	13
Tabela 5 Charakterystyka 12-elementowego system antenowego.....	24
Tabela 6 Charakterystyka systemu antenowego M-Array GP.....	26
Tabela 7 Klasyfikacja drogi startowej wg ICAO.....	31
Tabela 8 Maksymalna wysokość nad poziomem terenu w różnych odległościach od RCL.....	32
Tabela 9 Maksymalna wysokość nad poziomem terenu w różnych odległościach od THR-31 ..	35
Tabela 10 Parametry bazowe LOC 31.....	46
Tabela 11 Parametry bazowe GP 31.....	63



1 Przedmiot opracowania

Celem dokumentu jest analiza wpływu farmy fotowoltaicznej planowanej do instalacji wzdłuż drogi startowej i w jej pobliżu, na działkach znajdujących się w granicach administracyjnych lotniska, na sygnał radiowy systemu ILS zainstalowanego na lotnisku Szczecin – Goleniów. Analiza ma na celu sprawdzenie czy panele fotowoltaiczne mogą mieć wpływ na jakość sygnałów prowadzących ILS 31.

Aktualnie, ILS 31 pracuje w CAT I ale planowane jest podniesienie kategorii do CAT II. Z tego powodu, w niniejszej analizie zostaną użyte obydwie kategorie operacyjne, w celu ustalenia maksymalnego limitu odchyień, na wypadek, jeśli jakiegokolwiek się pojawią.

W niniejszej analizie nie będą brane pod uwagę żadne przeszkody w pobliżu systemu antenowego ani inne przeszkody mające wpływ na pracę ILS. Takie założenie umożliwi zidentyfikowanie jaki wpływ będzie miała omawiana farma fotowoltaiczna.

Panele fotowoltaiczne zostaną zlokalizowane w trzech różnych sektorach:

- Pierwszy sektor znajduje się wzdłuż drogi startowej, po lewej stronie drogi startowej patrząc zgodnie z kierunkiem podejścia do lądowania, tuż przed progiem THR31.
- Drugi sektor znajduje się przed THR31, po prawej stronie pasa startowego patrząc zgodnie z kierunkiem podejścia.
- Trzeci sektor znajduje się nad dachami budynków terminala.

Należy pamiętać, że tego typu analiza opiera się na oprogramowaniu, które stosuje kompleksowe algorytmy matematyczne propagacji fal radiowych. Algorytmy te biorą pod uwagę różne trajektorie propagacji sygnału w wyniku odbić spowodowanych przez badane modele (modelowane przeszkody). Z tego powodu podobieństwo między wynikami teoretycznymi, a ostatecznie osiągniętymi, należy rozumieć, jako stopień, w jakim modelowane przeszkody rzeczywiście oddziałują na środowisko, mając na uwadze, że wyniki powinny być interpretowane w ramach ograniczeń narzędzi użytych do analizy.



Fakt, że tego typu specjalistyczne prace wykonywane są przez inżynierów z dużym doświadczeniem w dziedzinie pomocy nawigacyjnych, sprawia, że wnioski zawarte w dokumencie zapewniają wysoki poziom pewności, co do stopnia zgodności z wymaganiami ICAO dla danego systemu kategorii operacyjnej. Dodatkowo, w przypadku wystąpienia zastrzeżeń, zostaną zaproponowane działania, które należy podjąć w celu minimalizacji lub eliminacji wpływu na system ILS.

2 Dokumentacja źródłowa

Wartości i parametry brane pod uwagę w niniejszej analizie zostały uzyskane na podstawie poniższych dokumentów.

Lp.	Dokument	Opis
1	EP_AD_2_EPSC_en.pdf 13 sierpnia 2020	AIP Poland - AD 2 EPSC 1-1 EPSC – Szczecin-Goleniów EPSC AD 2.12. Fizyczne charakterystyki drogi startowej
2	-	ICAO Aneks 14 - Tom I – Projektowanie i eksploatacja lotnisk
3	-	ICAO Aneks 10 - Tom I Pomoce radionawigacyjne
4	LTL-1.604.47.2020.ULC.6	Wezwanie Urzędu Lotnictwa Cywilnego z dnia 20.05.2021
5	-	Wniosek o wydanie zgody na zmianę cech eksploatacyjnych lotniska Szczecin – Goleniów z dnia 17.09.2020 wraz z 4 rysunkami przedstawiającymi lokalizację farmy fotowoltaicznej.
6	Fotografia lotniska Neuhardenberg	Źródło: www.flugplatz-bienenfarm.de

Tabela 1 Dokumentacja źródłowa

3 Skróty

Poniżej podano najważniejsze skróty użyte w niniejszym dokumencie.

Skróty	Znaczenie
LDA	Landing Distance Available. Rozporządzalna długość lądowania.
TORA	Take-Off Runway Available. Rozporządzalna długość rozbiegu.
TODA	Take-Off Distance Available. Rozporządzalna długość startu. $TODA=TORA+CWY$
CWY	Clearway. Zabezpieczenie wydłużonego startu.
SWY	Stop Way. Zabezpieczenie przerwane startu.
ASDA	Accelerate Stop Distance Available. Rozporządzalna długość przerwane startu.
RESA	Runway End Safety Area Strefa bezpieczeństwa końca drogi startowej.
RCL	Runway Centre Line. Oś drogi startowej.
TCH	Threshold crossing Height Wysokość przejścia nad progiem drogi startowej.
RDH	Reference datum Height Wysokość względna punktu odniesienia.
RWY	Runway Droga startowa.
RCL	Runway Centre Line Linia centralna drogi startowej
LPDA	Log Periodic Dipole Array Antena logarytmiczno-periodyczna dipolowa
CAT	Category of Operation Kategoria operacyjna

Tabela 2 Skróty użyte w dokumencie

Ostatnia część tego sektora znajduje się przed progiem THR31, po prawej stronie patrząc zgodnie z kierunkiem podejścia. Obszar ma trójkątny kształt o wymiarach około 279m u podstawy i około 200m długości.



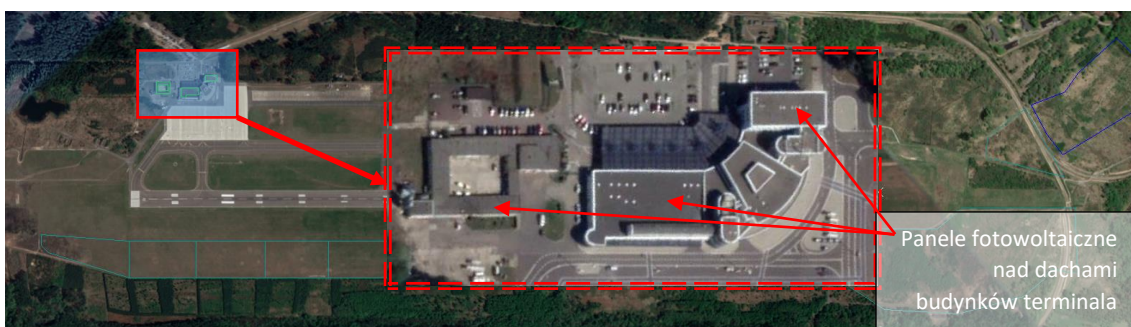
Rysunek 1 Panele fotowoltaiczne w sektorze 1

Drugi sektor pokazano na Rysunek 2. Teren znajduje się przed THR31, po prawej stronie patrząc zgodnie z kierunkiem podejścia. Obszar znajduje się tuż za linią kolejową i jest kontynuacją wcześniejszego trójkątnego obszaru opisanego w pierwszym sektorze.



Rysunek 2 Panele fotowoltaiczne w sektorze 2

Trzeci sektor pokazano na Rysunek 3. Wszystkie panele fotowoltaiczne zostaną umieszczone nad dachami budynków terminala.



Rysunek 3 Panele fotowoltaiczne w sektorze 3

Szczegółowe rozmieszczenie paneli fotowoltaicznych na dachach budynków terminala oznaczono kolorem czerwonym na poniższym rysunku.



Rysunek 4 Widok budynków terminala

Jako odległość odniesienia przyjęto, że najbliższe panele fotowoltaiczne zostaną umieszczone około 155 m od ILS LOC-31 dla sektora 1, około 3.455 m od ILS LOC-31 dla sektora 2 i około 618 m od ILS LOC-31 dla Sektora 3, jak pokazano na następnym rysunku.

W celu uzyskania prawidłowych obliczeń teoretycznych analizowanego obiektów symulacja nie uwzględnia innych budynków ani przeszkód w otoczeniu.



Rysunek 5 Poglądowe usytuowanie paneli fotowoltaicznych względem lokalizacji ILS

5 Systemy fotowoltaiczne

W celu przybliżenia rodzaju przeszkód, które będą poddane analizie, poniżej opisano systemy fotowoltaiczne pod kątem ich konstrukcji oraz jako przeszkody lotniczej.

Tego rodzaju systemy składają się przede wszystkim z dużej liczby paneli fotowoltaicznych i konstrukcji wsporczych. Ponadto do funkcjonowania farmy fotowoltaicznej niezbędne są kontenery techniczne, urządzenia elektryczne i inne elementy infrastruktury.

Panele fotowoltaiczne mogą być instalowane na konstrukcji wsporczej lub bezpośrednio na płaskiej powierzchni, takiej jak grunt lub dachy budynków. Rysunek 6 przedstawia przykład wielkogabarytowej elektrowni naziemnej. Można zauważyć, że poszczególne sztuki paneli podparte są wspólną metalową konstrukcją wsporczą.



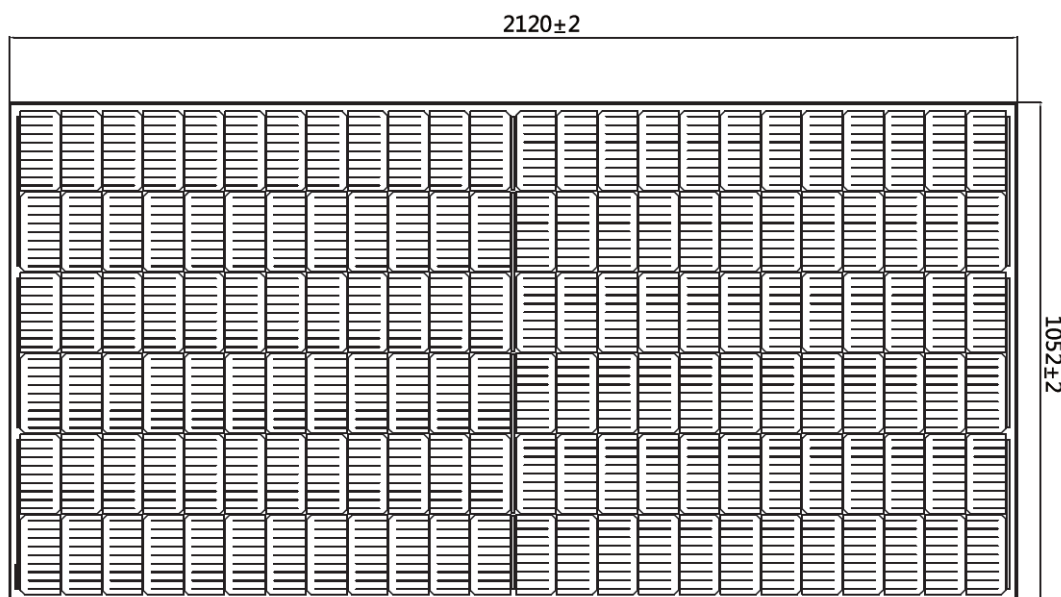
Rysunek 6 Wielkogabarytowa elektrownia naziemna

Inną możliwością jest montaż paneli bezpośrednio na dachach lub na gruncie, w sposób podobny, do przedstawionego na Rysunek 7.



Rysunek 7 Elektrownia fotowoltaiczna na dachu

Istnieje wielu producentów paneli fotowoltaicznych, jednak pod względem wielkości i konstrukcji ich cechy charakterystyczne są dość podobne. Na rysunku poniżej pokazano standardowy panel fotowoltaiczny.



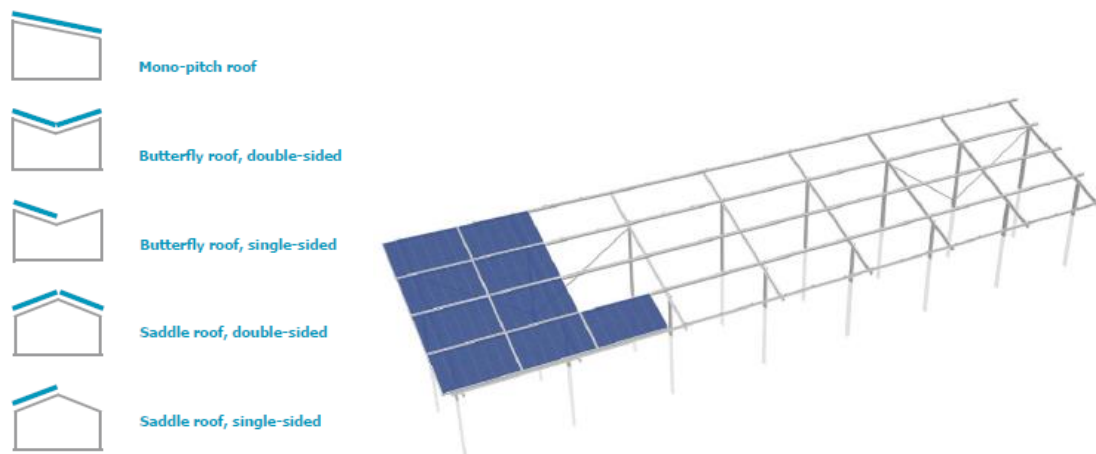
Rysunek 8 Wymiary standardowego panelu fotowoltaicznego

Na potrzeby niniejszej analizy wymagane jest określenie, jaki rodzaj konstrukcji zostanie użyty do podparcia wszystkich paneli fotowoltaicznych, gdyż w zależności od użytej konstrukcji wsporczej kilka paneli można łączyć na różne sposoby.

Zazwyczaj panele wykorzystują stojący system montażowy, co niesie korzyść prostego montażu prekonfigurowanych komponentów. Systemy te zapewniają elastyczne rozwiązania zarówno dla dachów płaskich i spadzistych, jak i instalacji naziemnych.

Elastycznie regulowane haki dachowe do instalacji fotowoltaicznej na dachach skośnych z różnymi pokryciami dachówek spełniają wszystkie wymagania, nawet w przypadku konstrukcji z wąskimi krokiewiami lub konieczności wytrzymania szczególnie dużych obciążeń.

Zazwyczaj systemy montażowe są przeznaczone do montażu systemów podniesionych na dachach płaskich i lekko nachylonych. Dostępne z kątami nachylenia od 5° do 45° oraz do montażu nisko balastowego na dachach płaskich, co stanowi dobre rozwiązanie dla systemów skierowanych na południe oraz wschód-zachód.

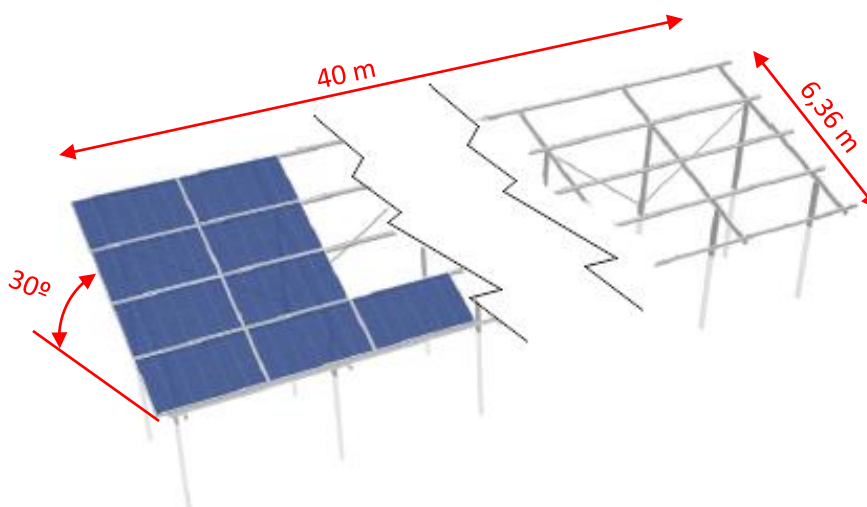


Rysunek 9 Przykład montażu na dachu (po lewej) lub na konstrukcji metalowej (po prawej)

W niniejszej analizie zakłada się, że wszystkie panele fotowoltaiczne umieszczone w sektorze 1 i sektorze 2 będą zamontowane na metalowych konstrukcjach wsporczych, przedstawionych na poprzednim rysunku (z prawej). Jest to zestaw paneli, który można montować na dwa sposoby:

- pionowo: max. 3 moduły jeden nad drugim o długości 40 m (6,36 x 40 m),
- poziomo: max. 6 modułów jeden nad drugim o długości 40 m (6,32 x 40m)

Rozważymy najgorszy przypadek, a więc uwzględnimy dużą powierzchnię 6,36 m x 40 m z nachyleniem 30°.



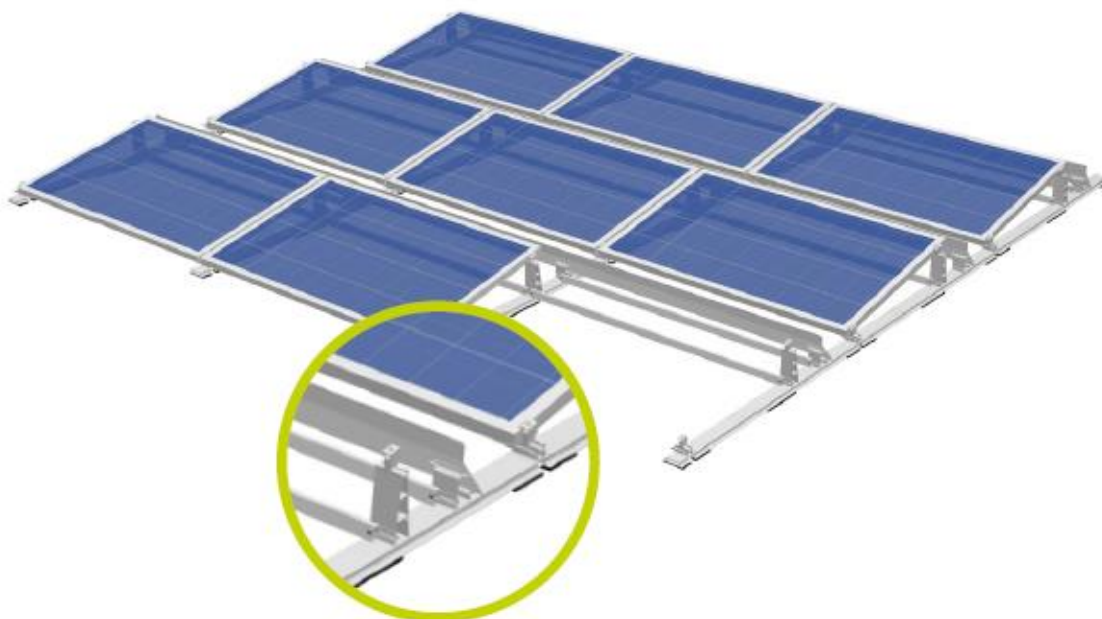
Rysunek 10 Konstrukcja rozważana do podtrzymywania paneli

Wszystkie konstrukcje zostaną zainstalowane w taki sposób, aby najszersza strona była równoległa do osi drogi startowej (RCL), a panele były zorientowane na południe lub północ, dokładnie w kierunku przeciwnym do pasa startowego, aby uniknąć odbić światła, które mogłyby przeszkadzać pilotom podczas procedury podejścia do lądowania.



Rysunek 11 Przykład montażu paneli w układzie poziomym

Kolejną możliwością jest zastosowanie innego rodzaju podpór pod panele w taki sposób, aby ich wysokość została zredukowana do minimum. W takim przypadku montaż powinien zostać wykonany w sposób pokazany na następnym rysunku.



Rysunek 12 Przykład montażu na dachu płaskim z folią, bitumem, żwirem, dachem zielonym, metalowym, betonowym i nad przestrzenią otwartą

Ten sposób montażu można zastosować do instalacji w terenie. Panele można regulować pod kątem 10° - 15°.

Zalety:

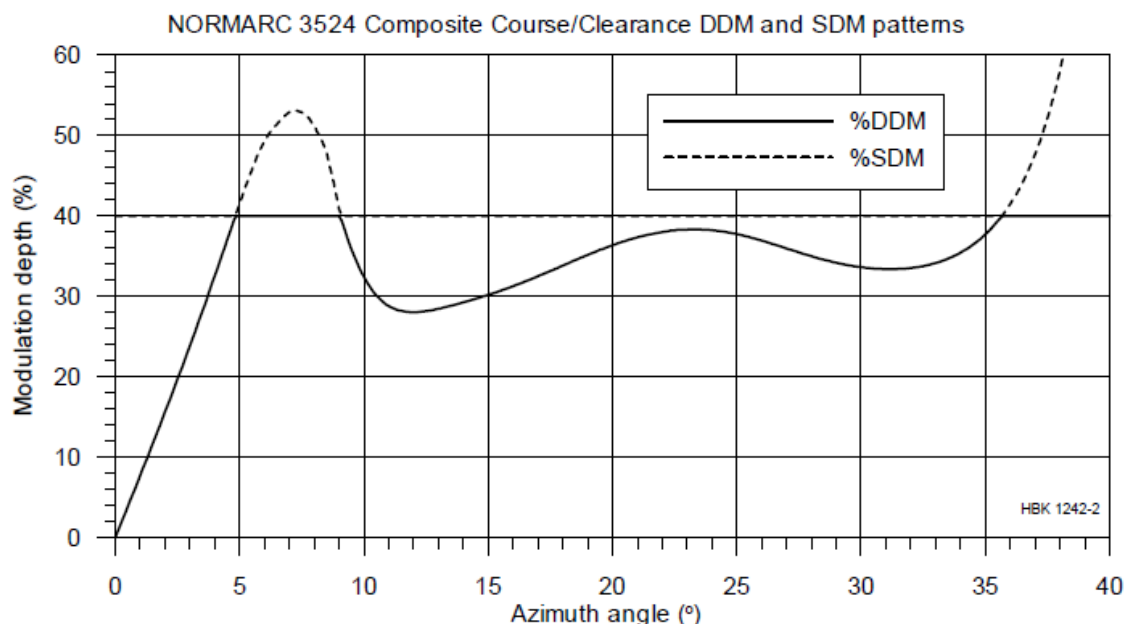
- Brak konieczności kotwienia w dachu/gruncie
- Niskie obciążenie powierzchniowe/zminimalizowane obciążenie dzięki aerodynamicznej konstrukcji
- Zoptymalizowany rozkład obciążenia dzięki szynom wspierającym
- Nadaje się do wszystkich popularnych rozmiarów modułów paneli fotowoltaicznych

6 Nadajniki i systemy antenowe

Poniżej przedstawiona została analiza głównych charakterystyk urządzeń ILS i systemów antenowych. Z punktu widzenia nadajników, ich producent nie jest istotny. Jedyną istotną cechą jest fakt, że wszystkie nadajniki działają na dwóch częstotliwościach - Course i Clearance (kurs i przestrzeń wolna). Każde z nich ma swój kąt pokrycia.

6.1 Nadajnik kierunku podejścia LOC RWY31

Nadajnik kierunku podejścia LOC31 w Porcie Lotniczym Szczecin - Goleniów to urządzenie INDRA-NAVIA model NM7013B. Nadajnik ten umożliwia operacje lotnicze zgodne z procedurami CAT I/II i jego system promieniujący składa się z 12 anten, standardowo jest to system NM3524A lub NM7212A. Najważniejszym elementem jest wykres promieniowania systemu antenowego, ponieważ diagram określa ilość sygnału częstotliwości radiowej, wysłanego w kierunku obiektów, które będziemy analizować.



Rysunek 13 NORMARC 3524A wykres Course/Clearance DDM i SDM

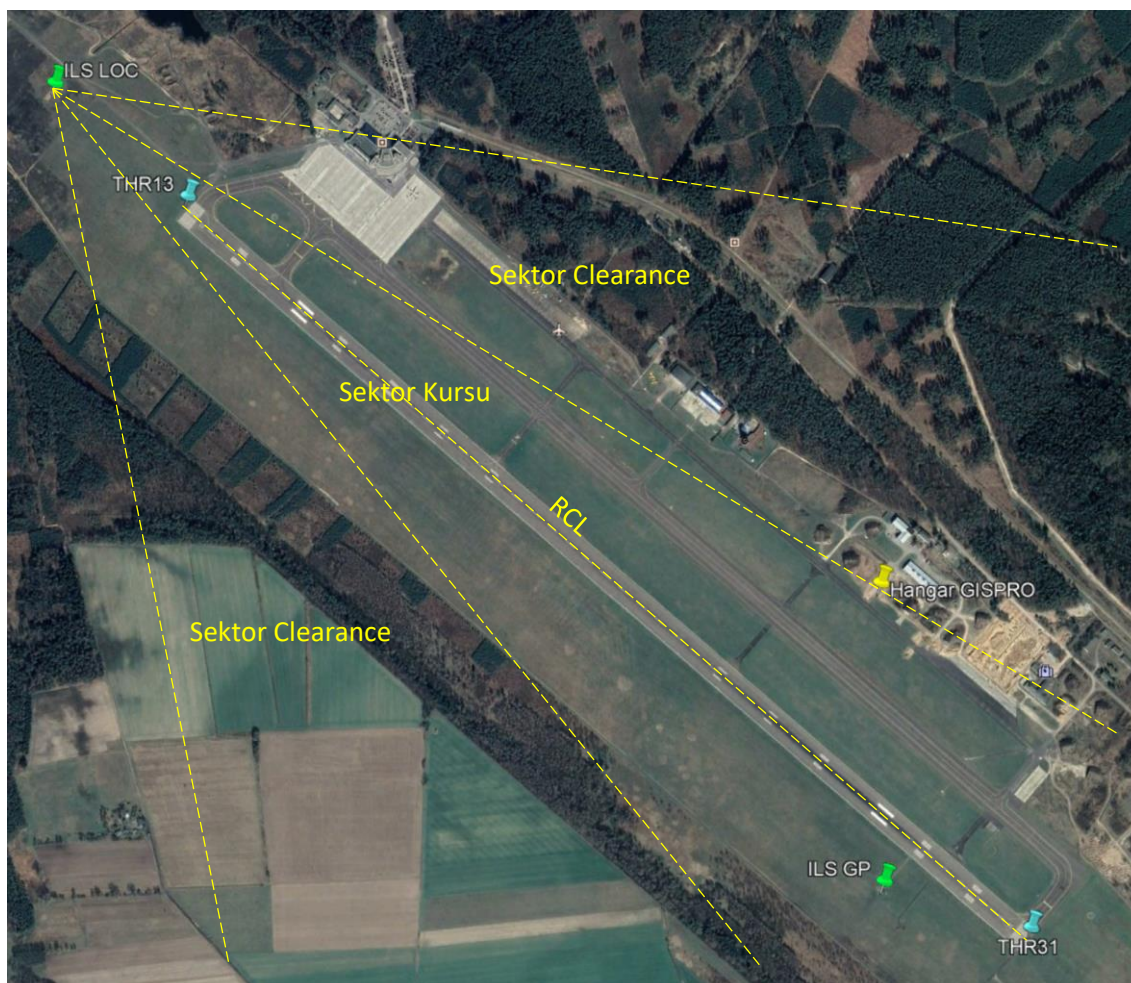


Główne parametry techniczne 12-elementowego systemu antenowego to:

Szerokość:	30,00 m
Ilość elementów:	12 LPDA
Szerokość wiązki CSB (-3 dB):	$\pm 4,0^\circ$
Pokrycie i przestrzeń wolna:	Zgodnie z ICAO Aneks 10 w zakresie $\pm 35^\circ$ od linii kursu.
Szerokość kursu:	$3,4^\circ$ to $7,0^\circ$

Tabela 5 Charakterystyka 12-elementowego systemu antenowego

Na kolejnym rysunku widzimy dwa sektory pokrycia dla kursu i przestrzeni wolnej (Course/Clearance) sygnału nadajnika kierunku podejścia LOC31. Bardziej krytyczny będzie sektor kursu ($\pm 10^\circ$), ponieważ sygnał ten odpowiada za precyzyjne prowadzenie samolotu. Przeszkody znajdujące się poza tymi sektorami nie wywołają żadnych zakłóceń sygnału.



Rysunek 14 Sektory pokrycia nadajnika kierunku podejścia LOC31

Jak widać na poprzednim rysunku, budynki terminala znajdują się poza sektorem kursu i przestrzeni wolnej, zatem żaden z paneli fotowoltaicznych, ani konstrukcja wsporcza, nie będą miały wpływu na sygnały prowadzące ILS LOC-31.

Natomiast sektor 1 i sektor 2 mogą mieć duży wpływ na sygnały wypromieniowane przez system ILS LOC. Zostanie to przeanalizowane w kolejnych akapitach.

6.2 Radiolatarnia ścieżki schodzenia GP 31

Radiolatarnia ścieżki schodzenie GP 31 w Porcie Lotniczym Szczecin-Goleniów to urządzenie INDRA-NAVIA model NM7034B. Radiolatarnia ta umożliwia operacje lotnicze zgodne z procedurami CAT II/III i jej system promieniujący to NM3545 (M-Array Glide Path Antenna System). Najważniejszym elementem jest wykres promieniowania systemu antenowego, ponieważ ten wykres określi ilość sygnału częstotliwości radiowej, który zostanie wysłany do różnych przeszkód, które będziemy analizować.

Poniżej pokazany jest element antenowy, który współtworzy system promieniowania ścieżki schodzenia. System składa się z trzech elementów tego typu.



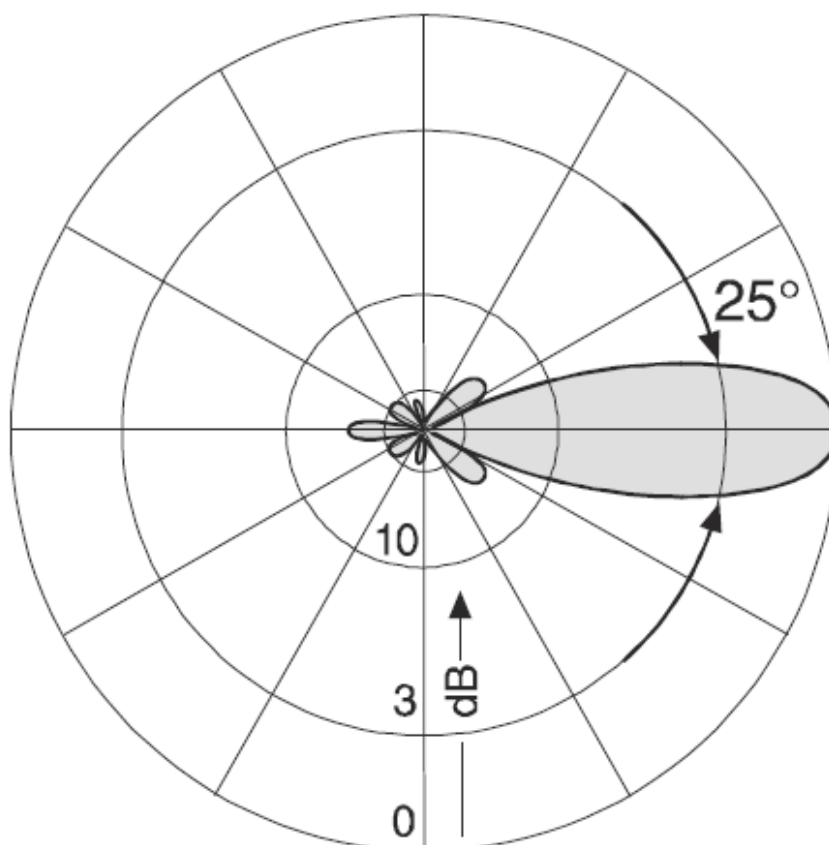
Rysunek 15 System antenowy radiolatarni ścieżki schodzenia

Główne parametry techniczne systemu antenowego ścieżki schodzenia NM3545 to:

Ilość elementów:	3
Przestrzeń wolna (Clearance):	Zgodnie z Aneksem 10, paragraf 3.1.5.6
Pokrycie:	Zgodnie z Aneksem 10, paragraf 3.1.5.3.
Szerokość sektora kursu:	25°

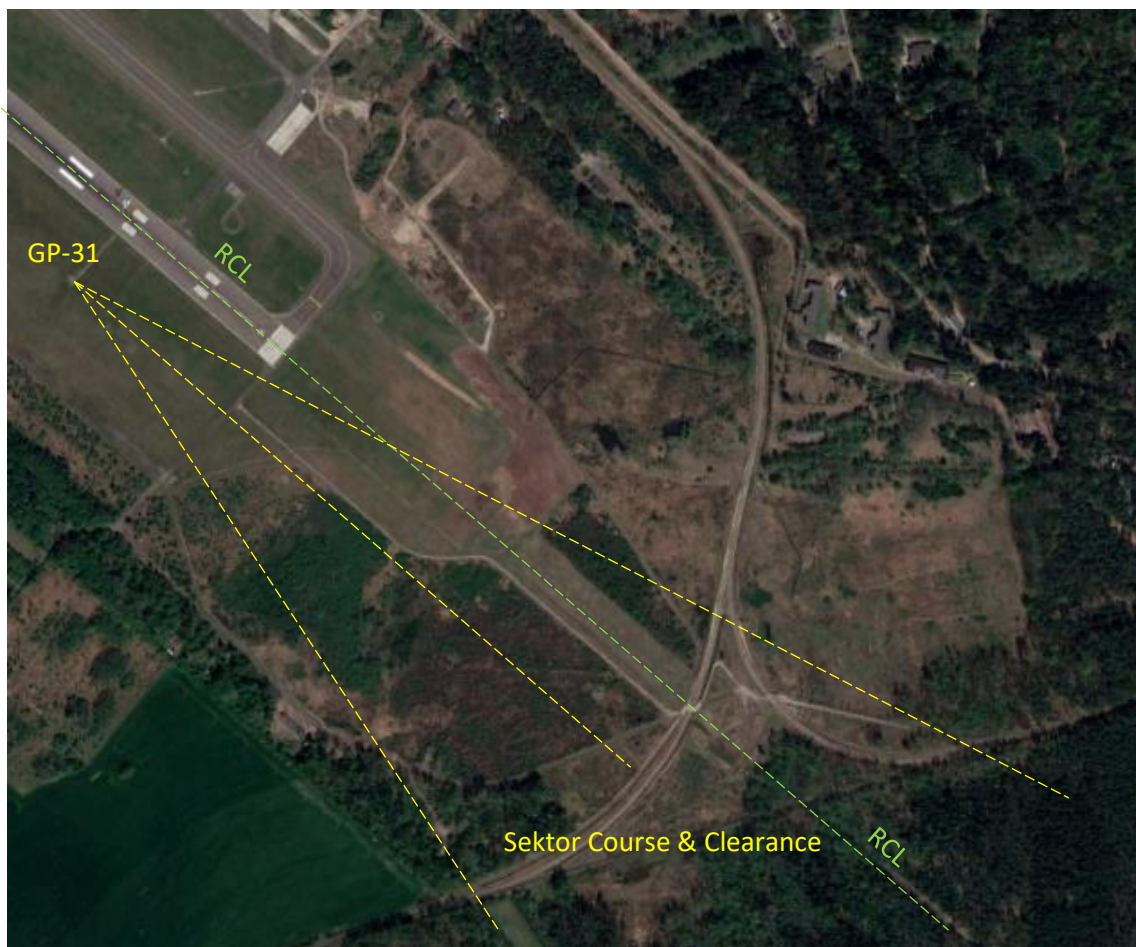
Tabela 6 Charakterystyka systemu antenowego M-Array GP

Charakterystyka promieniowania w płaszczyźnie poziomej to głównie schemat promieniowania jednego elementu antenowego. Na kolejnych rysunkach pokazano wykres promieniowania anteny i sektor głównego kierunku.



Rysunek 16 Rzut z góry schematu promieniowania elementu antenowego GP

Jak widać na poniższym rysunku, obszar zasięgu GP-31 znajduje się tuż przed niektórymi panelami sektora 1 i sektora 2. Mimo że, obszar krytyczny rozciąga się na około 350 m od anten GP, obszar wrażliwy ścieżki schodzenia to zazwyczaj odległość ok. 1500 m – 2000 m przed antenami, więc cały ten obszar będzie miał istotny wpływ na sygnał wypromieniowany. W następnych paragrafach zostanie przeanalizowana radiolotarnia ścieżki schodzenia GP-31.



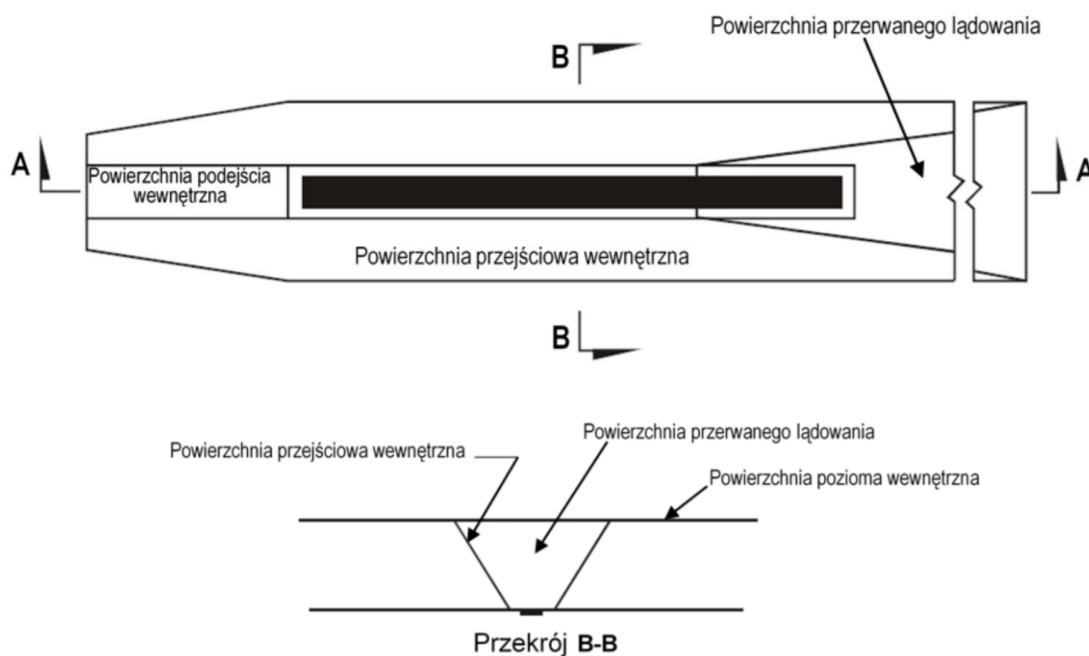
Rysunek 17 Pokrycie sektora ścieżki schodzenia GP31

7 Symulacja ILS 31

Kolejne paragrafy opracowania będą opisywać szczegóły techniczne wykonanej symulacji, w oparciu o założenia przedstawione w poprzednim rozdziale.

7.1 Powierzchnie ograniczające przeszkody

Jako że usytuowanie paneli fotowoltaicznych zostało już omówione, należy sprawdzić czy wysokość konstrukcji nie przebija powierzchni przestrzeni wolnej wskazanej w Aneksie 14 ICAO. W tym wypadku najbardziej restrykcyjne powierzchnie to **powierzchnia przejściowa wewnętrzna** i **powierzchnia przerwanego lądowania**, zatem powierzchnie te zostaną przeanalizowane w kolejnych paragrafach.



Rysunek 18 Powierzchnie ograniczające przeszkody



Zgodnie z załącznikiem 14 ICAO rozdział 4 pkt 4.1.17 zakłada się, że powierzchnia przejściowa wewnętrzna stanowi powierzchnię wyznaczającą strefę wolną od przeszkód takich jak pomoce nawigacyjne, statki powietrzne i inne pojazdy, które muszą znajdować się w pobliżu drogi startowej, oraz zapewnia, że nic za wyjątkiem obiektów o łamliwej konstrukcji, nie przebija tej powierzchni. Powierzchnia przejściowa powinna stanowić powierzchnię ograniczającą przeszkody takie jak np. budynki, hangary, maszty.

7.1.1 Powierzchnia przejściowa wewnętrzna

Powierzchnia analogiczna do powierzchni przejściowej, lecz położona bliżej drogi startowej. Granice powierzchni przejściowej wewnętrznej stanowią:

- a) krawędź dolna, rozpoczynająca się na końcu wewnętrznej powierzchni podejścia i przebiegająca po jej bocznej krawędzi do krawędzi wewnętrznej tej powierzchni i stąd, wzdłuż pasa drogi startowej równoległe do linii środkowej drogi startowej, aż do krawędzi wewnętrznej powierzchni przerwanej lądowania i wznosząca się następnie po bocznej krawędzi powierzchni przerwanej lądowania, do punktu przecięcia się tej krawędzi z powierzchnią poziomą wewnętrzną; oraz
- b) krawędź górna, leżąca w tej samej płaszczyźnie, co powierzchnia pozioma wewnętrzna.

Wysokość punktu na krawędzi dolnej:

- a) wzdłuż bocznej krawędzi powierzchni podejścia wewnętrznej oraz powierzchni przerwanej lądowania – powinna być równa wysokości tych powierzchni w tym punkcie; oraz
- b) wzdłuż pasa drogi startowej – powinna być równa wysokości punktu położonego najbliżej na linii środkowej drogi startowej lub na jej przedłużeniu.

Uwaga: Z punktu b) wynika, że jeżeli profil drogi startowej jest krzywoliniowy, wówczas powierzchnia przejściowa wewnętrzna wzdłuż pasa drogi startowej będzie krzywa, a jeżeli profil drogi startowej będzie prostoliniowy, powierzchnia ta będzie płaska. Krawędź przecięcia się powierzchni przejściowej wewnętrznej z powierzchnią poziomą wewnętrzną będzie również linią prostą lub krzywą zależnie od profilu drogi startowej.

Nachylenie powierzchni przejściowej wewnętrznej należy mierzyć w płaszczyźnie pionowej prostopadłej do linii środkowej drogi startowej. Nachylenie zostało pokazane na poniższej tabeli:

Klasyfikacja drogi startowej	Z podejściem precyzyjnym kategorii:		
	I Cyfra kodu		II lub III Cyfra kodu
	1, 2	3, 4	3, 4
Nachylenie powierzchni przejściowej wewnętrznej	40,0 %	33,3 %	33,3 %

Tabela 7 Klasyfikacja drogi startowej wg ICAO

W przypadku lotniska Szczecin - Goleniów, nachylenie tej powierzchni wynosi 33,3% począwszy od odległości 150m (wymiar pasa wg ICAO Aneks 14, paragraf 3.4.3) od RCL.



Rysunek 19 Widok paneli fotowoltaicznych i najbliższa odległość do RCL

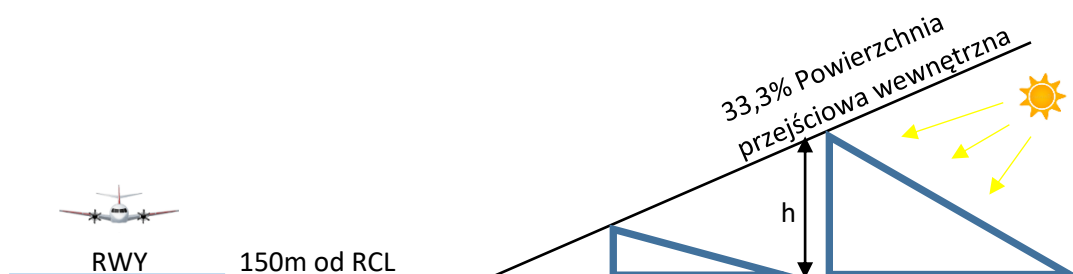
Z drugiej strony odległość najbliższego punktu sektora 1 od RCL wynosi około 151 m, mierząc prostopadłe do RCL. W związku z tym możemy zastosować to równanie do wyliczenia maksymalnej dozwolonej wysokości, aby uniknąć przebicia powierzchni podejścia wewnętrznej.

$$h = \frac{33,3}{100} \times (d - 150)$$

- h: Wysokość lokalizacji paneli fotowoltaicznych w odniesieniu do wysokości RCL.
- d: Odległość od paneli do RCL

Odległość do RCL (d)	Maksymalna wysokość nad poziomem terenu (h)
150 m	0 m
155 m	1,66 m
160 m	3,33 m
170 m	6,66 m
180 m	9,99 m
190 m	13,32 m
200 m	16,65 m

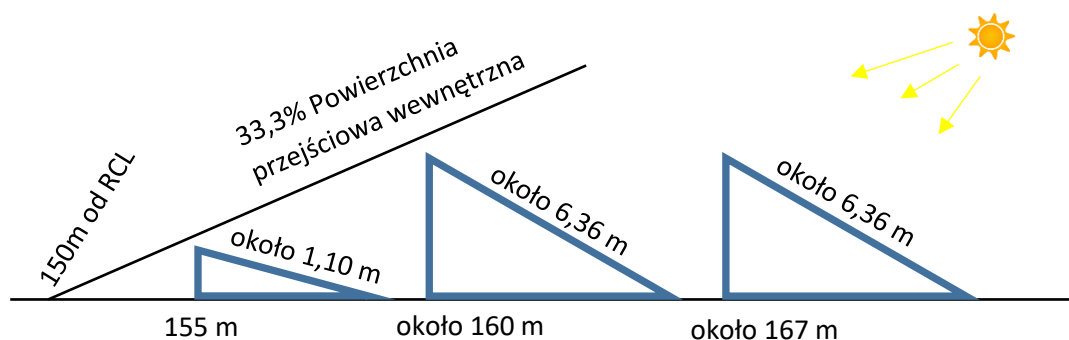
Tabela 8 Maksymalna wysokość nad poziomem terenu w różnych odległościach od RCL



Rysunek 20 Widok powierzchni przejściowej wewnętrznej i lokalizacji paneli fotowoltaicznych

Jak widać na poprzedniej tabeli, maksymalna dopuszczalna wysokość montażu paneli fotowoltaicznych do osiągnięcia wewnętrznej przejściowej powierzchni zależy od odległości od osi drogi startowej. Paneli nie można montować bliżej niż 150m od RCL.

Z tego powodu, w sektorze 1, wszystkie panele fotowoltaiczne należy zainstalować stopniując ich wysokość, zaczynając od minimalnej odległości 155m od RCL i bardzo nisko profilowej konstrukcji (poniżej 1,6m) i zwiększając aż do uzyskania maksymalnej wysokości 3,18m dla dużych zestawów paneli. Inną opcją jest montaż tego samego zestawu paneli na wysokości 3,18 m nad poziomem terenu, ale zaczynając od odległości 160 m lub więcej od RCL. (sugerowane 200 m lub więcej).



Rysunek 21 Widok powierzchni przejściowej wewnętrznej i paneli fotowoltaicznych

7.1.2 Powierzchnia podejścia wewnętrzna

Powierzchnia podejścia wewnętrzna to prostokątna część powierzchni podejścia, usytuowana bezpośrednio przed progiem. Granice powierzchni podejścia wewnętrznej stanowią:

- krawędź wewnętrzna, usytuowana w tym samym miejscu co krawędź wewnętrzna powierzchni podejścia, o określonej długości własnej;
- dwie krawędzie boczne, wyprowadzone z końców krawędzi wewnętrznej i równoległe do płaszczyzny pionowej przechodzącej przez oś drogi startowej; oraz
- krawędź zewnętrzna, równoległa do krawędzi wewnętrznej.

W przypadku lotniska Szczecin - Goleniów nachylenie tej powierzchni wynosi 2% począwszy od odległości 60 m od progu THR 31.



Rysunek 22 CWY na THR 31 i powierzchnia podejścia wewnętrzna

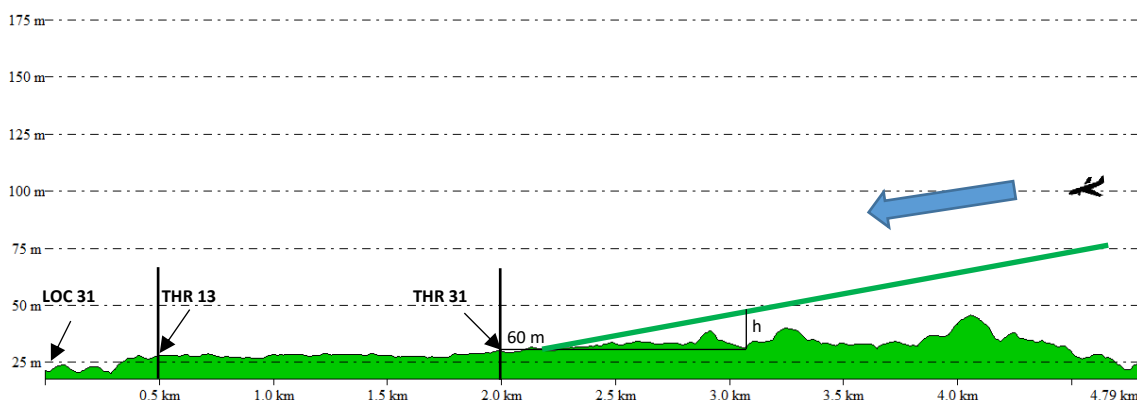
W związku z tym możemy zastosować poniższe równanie do wyliczenia maksymalnej dozwolonej wysokości, aby uniknąć przebicia powierzchni podejścia wewnętrznej.

$$h = \frac{2}{100} \times (d - 60)$$

- d: Odległość paneli fotowoltaicznych do THR-31
- CWY: 60m

From Pos: 53° 35' 39.5600" N, 14° 53' 00.3500" E

To Pos: 53° 33' 57.6500" N, 14° 56' 16.7600" E



Rysunek 23 Powierzchnia podejścia wewnętrzna

Ponieważ THR 31 wynosi 35,17m maksymalna wysokość względem poziomu THR-31 dla panelu fotowoltaicznego musi znajdować się poniżej powierzchni podejścia wewnętrznej zgodnie z odległością do THR-31. Następująca tabela wskazuje maksymalną wysokość (h) aby uniknąć przebicia powierzchni podejścia wewnętrznej w odniesieniu do poziomu terenu na progu THR-31.

Odległość do THR-31 (d)	Maksymalna wysokość nad poziomem terenu (h)
60 m	0,0 m
70 m	0,2 m
80 m	0,4 m
90 m	0,6 m
100 m	0,9 m
150 m	1,8 m
200 m	2,8 m
250 m	3,8 m
300 m	4,8 m

Tabela 9 Maksymalna wysokość nad poziomem terenu w różnych odległościach od THR-31



W przypadku, gdy trajektoria wznoszenia jest krzywoliniowa, powierzchnia wznoszenia ma być powierzchnią złożoną, utworzoną przez zbiór prostych poziomych normalnych do jej linii środkowej, zaś nachylenie tej linii środkowej ma być takie samo, jak w przypadku prostoliniowej trajektorii wznoszenia.

W przypadku lotniska Szczecin - Goleniów nachylenie tej powierzchni wynosi 2% począwszy od odległości progu 31 ustalonego przez CWY lub 60m, jeśli nie ma CWY. Oznacza to, że obliczenia są dokładnie takie same, jak opisane w poprzednim akapicie.



7.1.4 Wnioski dotyczące wysokości paneli fotowoltaicznych

Należy pamiętać o zachowaniu maksymalnej dozwolonej wysokości paneli w każdej z lokalizacji, mając na uwadze obliczenia zawarte w niniejszym rozdziale. Minimalna odległość pomiędzy RCL a panelami fotowoltaicznymi w strefie 1 powinna być większa niż 160m. Sugerowane jest jej zwiększenie do 200m.

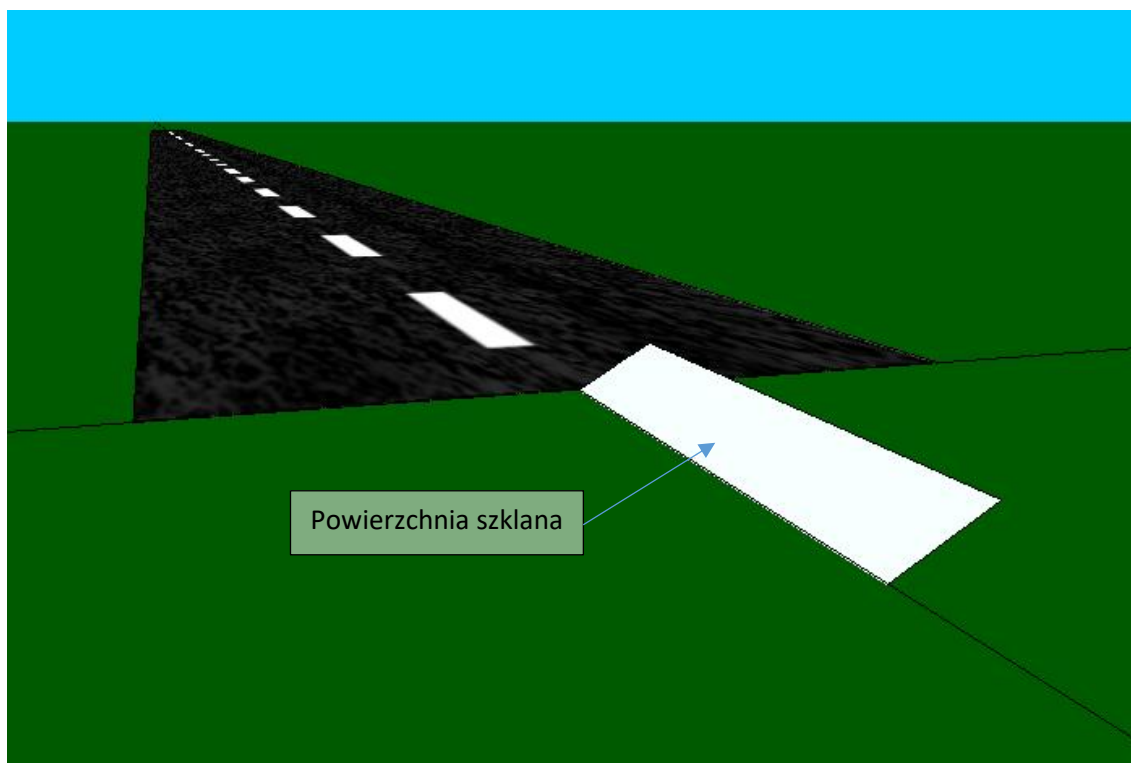
W strefie 2 minimalna odległość każdego panela od THR-31 powinna być większa niż 300m oraz w każdym przypadku powinna uwzględniać wysokość terenu w danej lokalizacji panelu. Zaleca się, aby cały obszar poniżej powierzchni podejścia wewnętrznej pozostał wolny od wszelkich istotnych przeszkód.

Kolejne akapity przedstawiają analizę możliwych zakłóceń z punktu widzenia sygnału ILS oraz przedstawiają dalsze sugestie dotyczące położenia i wysokości paneli fotowoltaicznych.

7.2 Cyfrowy model paneli fotowoltaicznych

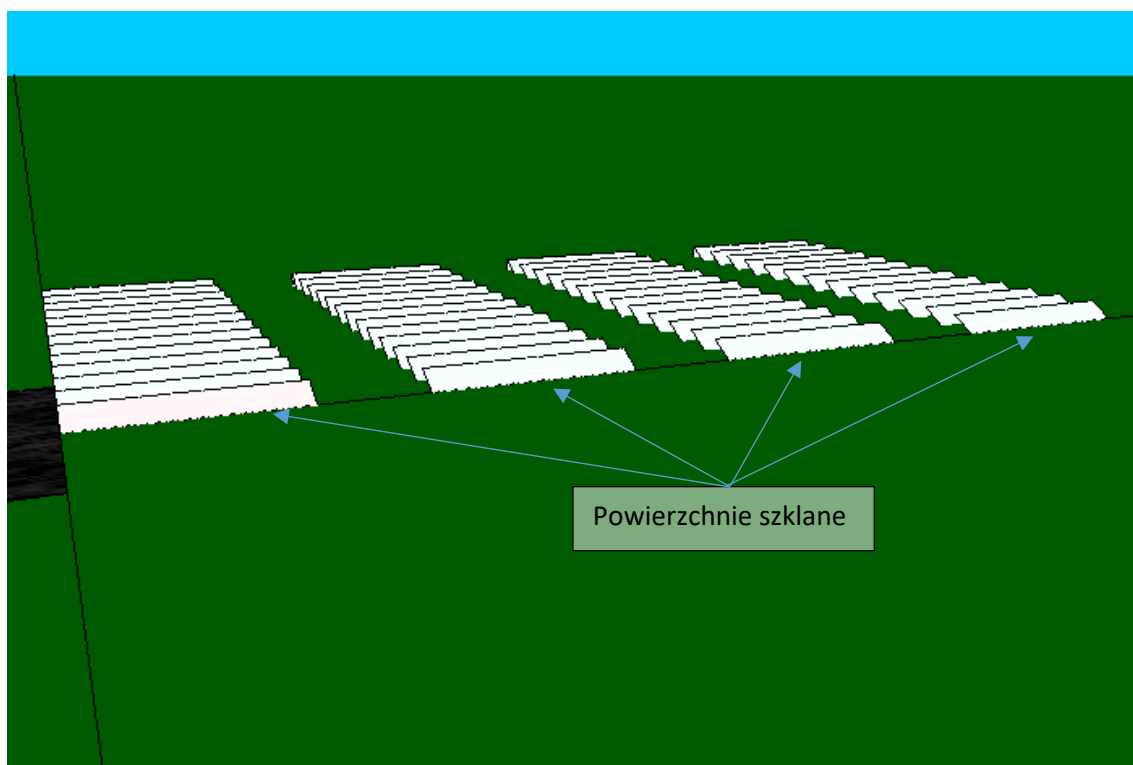
Jak już wspomniano w paragrafie 5, panele fotowoltaiczne można montować i instalować na różne sposoby. W analizie rozważany jest najgorszy przypadek. W tym celu zakłada się, że panele będą montowane w maksymalnej konfiguracji, poziomo z maksymalną możliwą ilością paneli. Taka konfiguracja skutkuje powstaniem dużego panelu słonecznego o wymiarach około 6,36m x 40m, jak pokazano na Rysunek 6. Używając zestawów paneli 3x38, można zbudować duży panel fotowoltaiczny o wymiarach 6,36m x 40m. Łącząc kilka z tych paneli, można zbudować większą powierzchnię fotowoltaiczną.

Kolejne rysunki przedstawia jeden duży panel fotowoltaiczny o wymiarach 6,36m x 40m zainstalowany pod kątem 30 stopni względem płaszczyzny poziomej. Symuluje on zestaw paneli słonecznych 3x38.

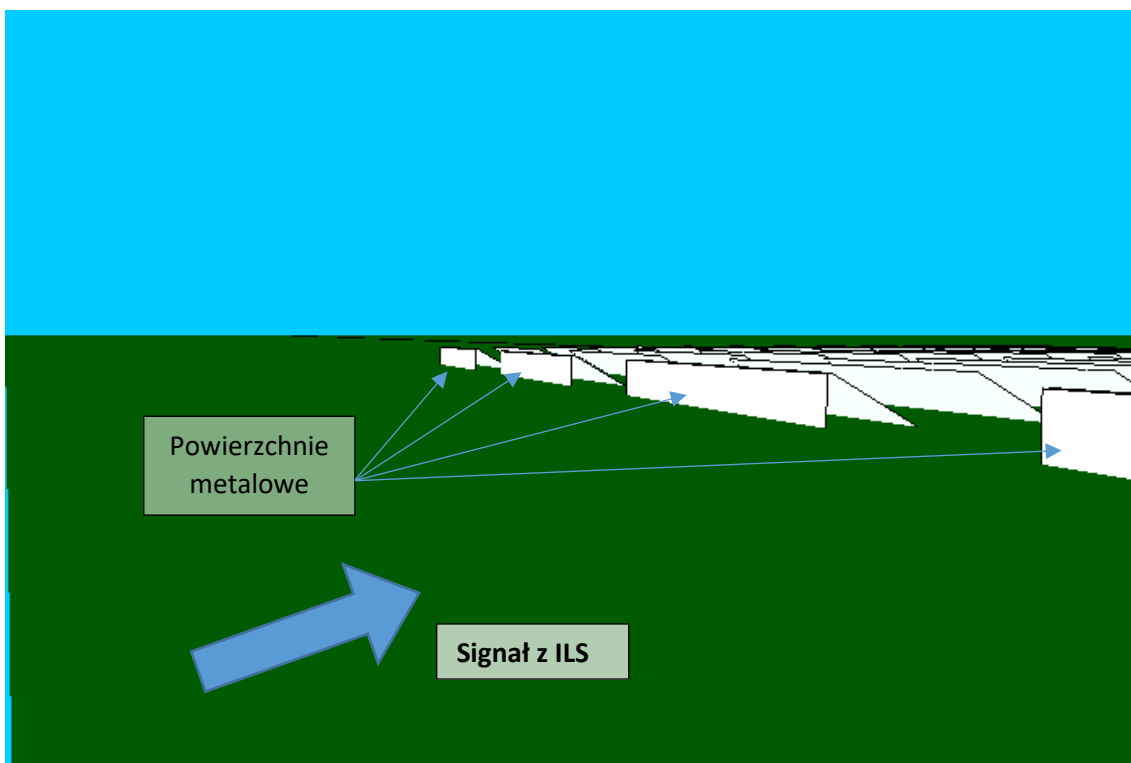


Rysunek 24 Model 3D jednego panela fotowoltaicznego 6,36 m x 40 m

Powierzchnię modelu symulacyjnego tworzy materiał szklany. Tylną część, niezbędną do podparcia wszystkich paneli, symuluje płyta o metalowej budowie. Łącząc kilka paneli można zbudować zestaw 13x4 dużych paneli fotowoltaicznych o powierzchni 20.520m² (180 m x 114 m). W tylnej części tych paneli znajduje się metalowy odbłyśnik imitujący metaliczną strukturę użytą do ich podparcia.



Rysunek 25 Obszar 20.520 m² pokryty panelami fotowoltaicznymi



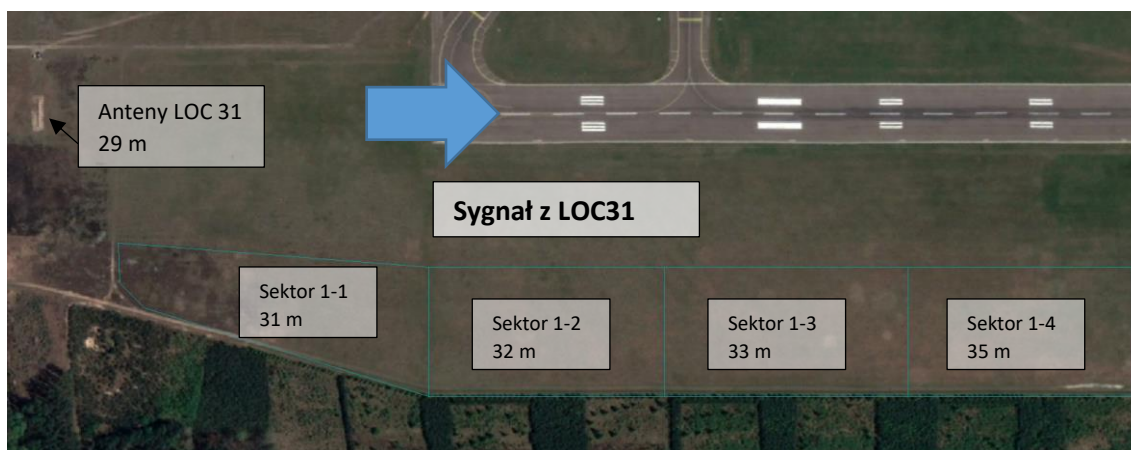
Rysunek 26 Widok tyłu paneli fotowoltaicznych

Grupa 52 paneli fotowoltaicznych zostanie umieszczona w różnych sektorach lotniska. We wszystkich przypadkach zasady będą następujące:

- Panele umieszczone zostaną w taki sposób, aby światło słoneczne nie przeszkadzało pilotom i samolotom. Oznacza to, że panele będą zainstalowane równoległe do RCL lub jej przedłużenia.
- Minimalna odległość do RCL będzie wynosić 150m w najgorszym omawianym przypadku, jak opisano w paragrafie 7.1.
- Wysokość paneli będzie adekwatna do wysokości każdej części terenu/sektora wewnątrz lotniska.

7.2.1 Model 3D paneli fotowoltaicznych umieszczonych w sektorach lotniska

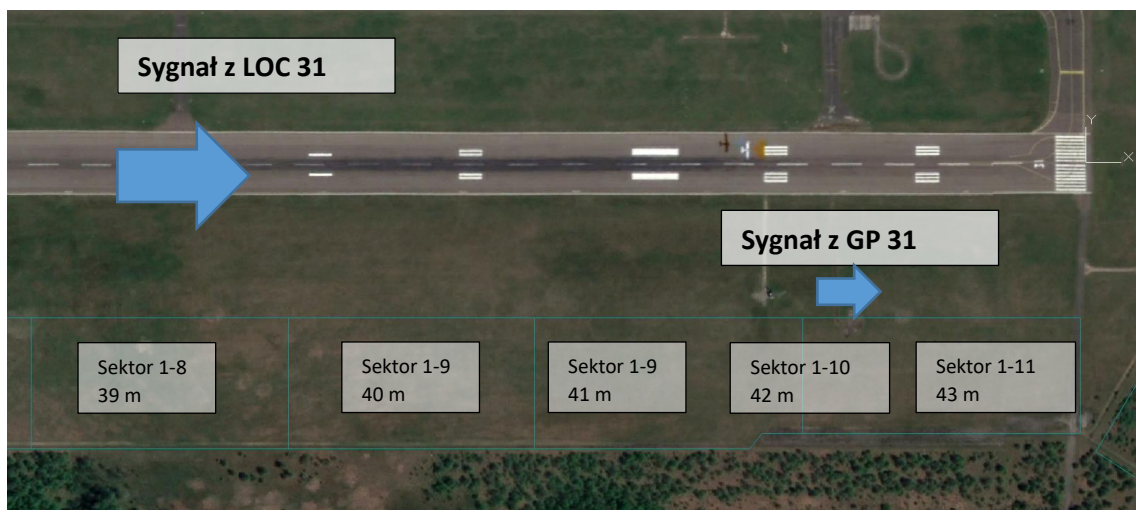
Na kolejnych rysunkach sektor 1 i sektor 2 zostały podzielone na sekcje, aby w każdej z nich wskazać **średnią wysokość terenu**. W każdej sekcji umieszczony został blok paneli fotowoltaicznych.



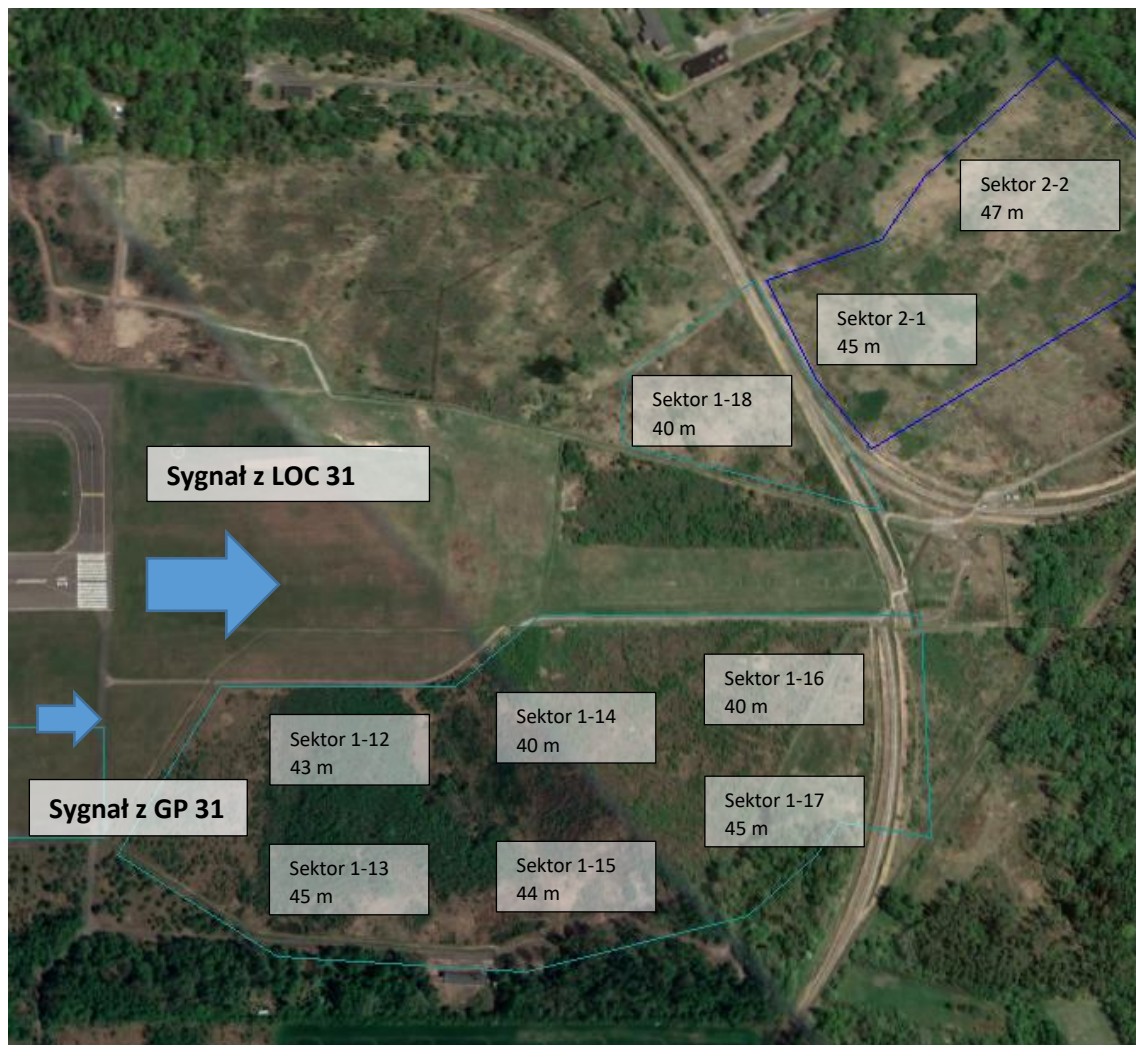
Rysunek 27 Widok od sektora 1-1 do sektora 1-4



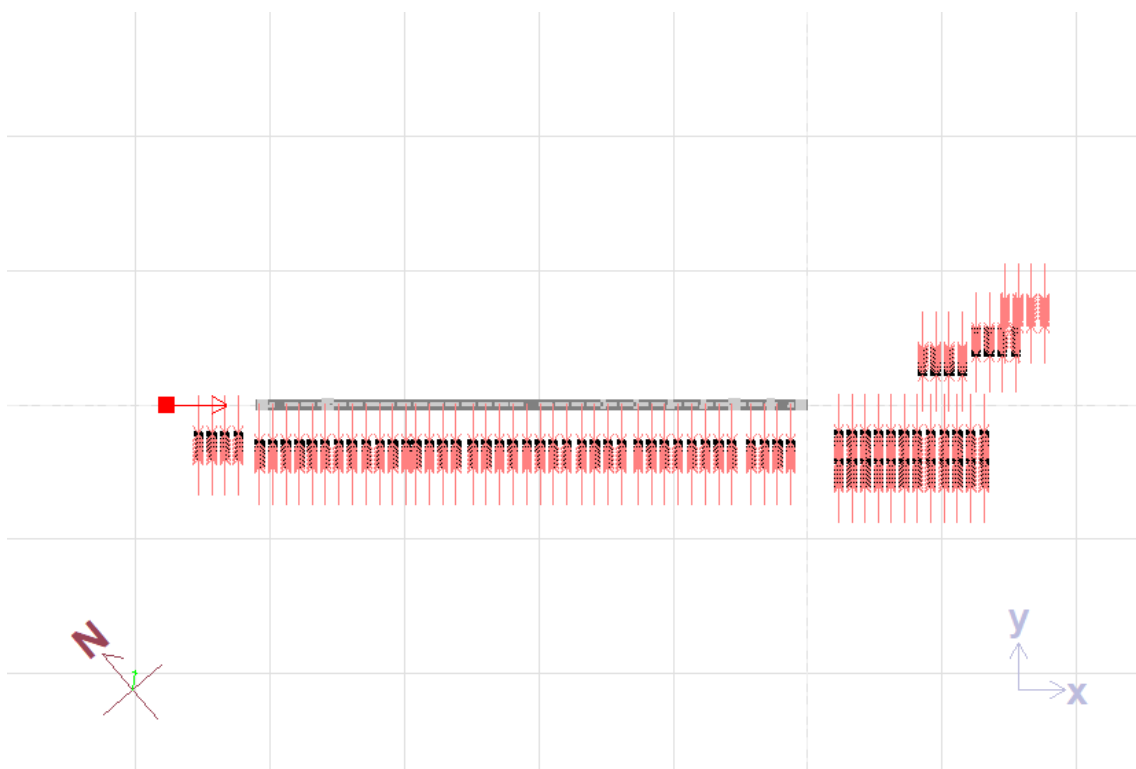
Rysunek 28 Widok od sektora 1-4 do sektora 1-7



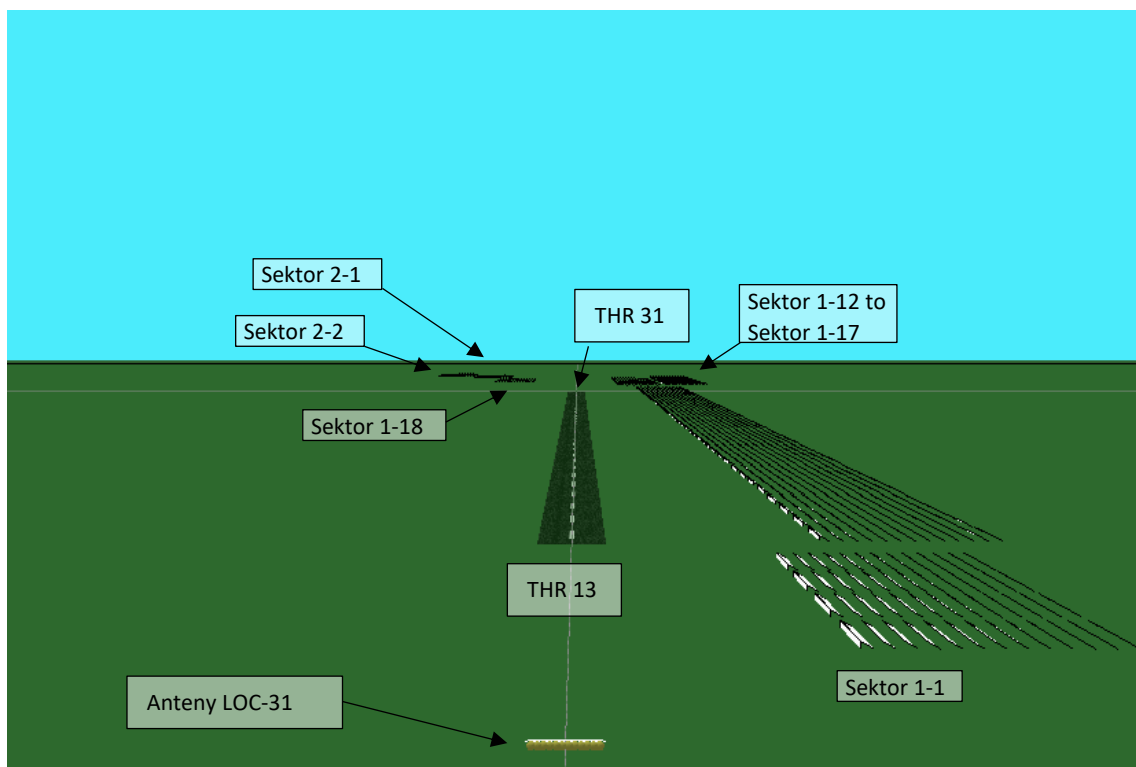
Rysunek 29 Widok od sektora 1 – 8 do sektora 1-11



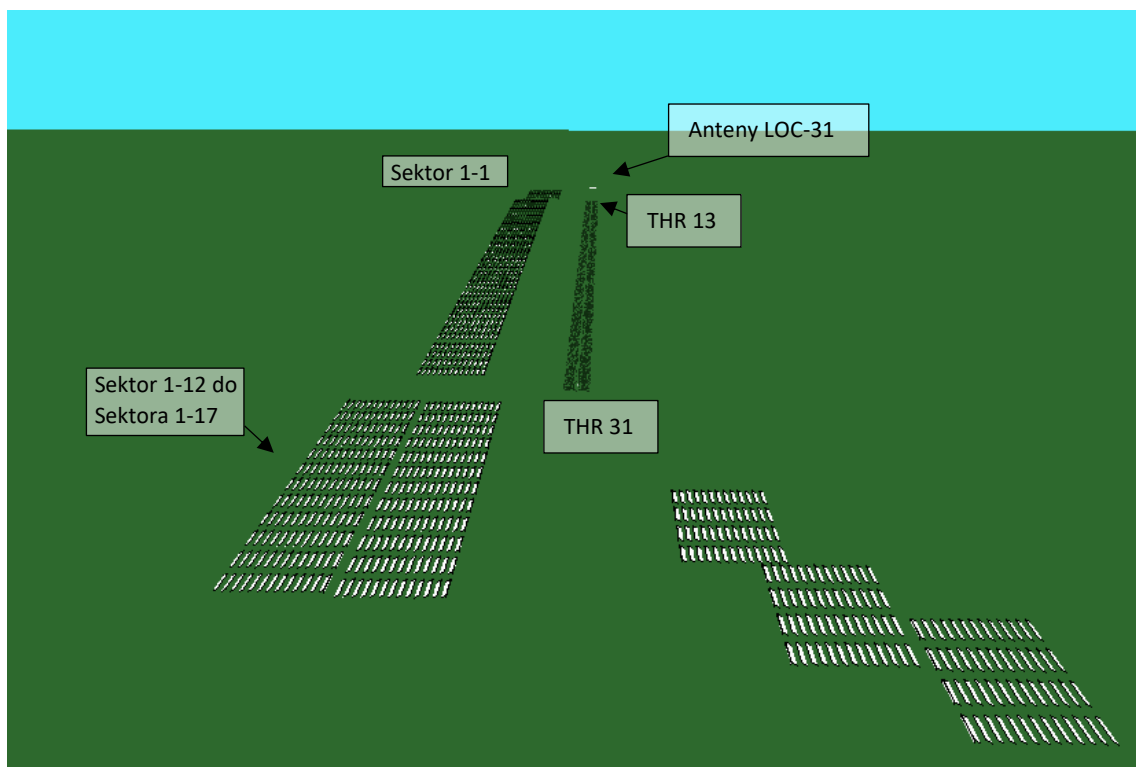
Rysunek 30 Widok od sektora 1-12 do sektora 1-18 oraz sektor 2



Rysunek 31 Widok 2D przeszkód z miejsca lokalizacji LOC-31



Rysunek 32 Widok 3D z miejsca lokalizacji LOC-31



Rysunek 33 Widok 3D z miejsca lokalizacji THR-31

7.3 Symulacja nadajnika kierunku podejścia (LOC)

Jak już wspomiano celem niniejszej analizy jest sprawdzenie wpływu omawianych paneli fotowoltaicznych na nawigacyjny sygnał prowadzący nadajnika kierunku podejścia LOC. Żadne inne przeszkody ani źródła odbicia sygnału nie zostaną wzięte pod uwagę. Konfiguracja bazowa nadajnika kierunku podejścia LOC jest następująca:

Parametr	Wartość
Odległość THR 13 – LOC 31	407,25 m
Odległość THR 13 – THR 31	2500,0 m
Częstotliwość LOC 31	110.500 MHz
System antenowy	LPDA – 12 elementowy
Wysokość anteny	5,2 m
Poziom terenu THR 31	47,37 m (155,4 ft)
Poziom terenu THR 13	36,30m (119,1 ft)
Poziom terenu w miejscu instalacji paneli fotowoltaicznych	Jak wskazano w 7.2.1

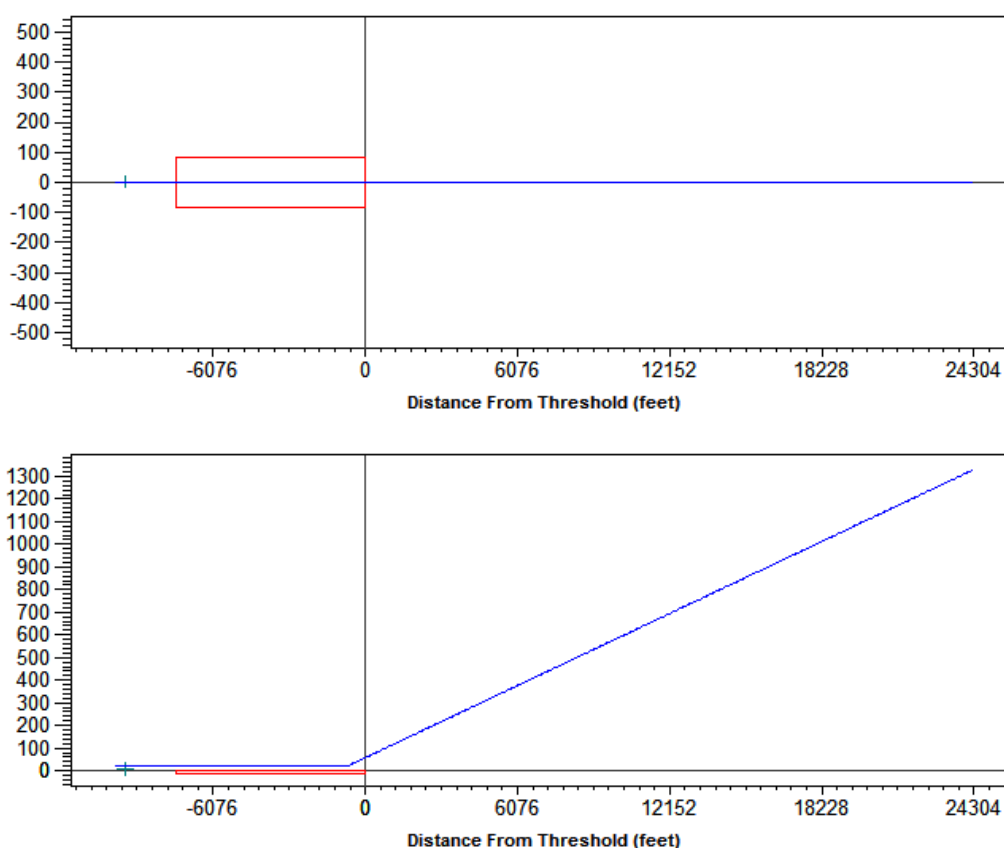
Tabela 10 Parametry bazowe LOC 31

Poziomem terenu przyjętym jako poziom odniesienia będzie poziom na jakim znajdują się anteny nadajnika kierunku podejścia (LOC). Ten punkt będzie traktowany jako 0m. Należy wziąć pod uwagę, że poziom terenu lotniska wzrasta od THR 13 do THR 31. Zatem w analizie uwzględniono różne wysokości dla danych sekcji paneli fotowoltaicznych.

Jako pierwszy, w oprogramowaniu symulacyjnym, został sprawdzony scenariusz pokazany od Rysunek 31 do Rysunek 33. Wprowadzone zostały punkty lokalizacyjne progu drogi startowej, nadajnika kierunku podejścia LOC 31 oraz paneli fotowoltaicznych. Strzałki wskazują kierunek fal radiowych od nadajnika kierunku podejścia LOC 31.

7.3.1 Procedura podejścia do LOC 31

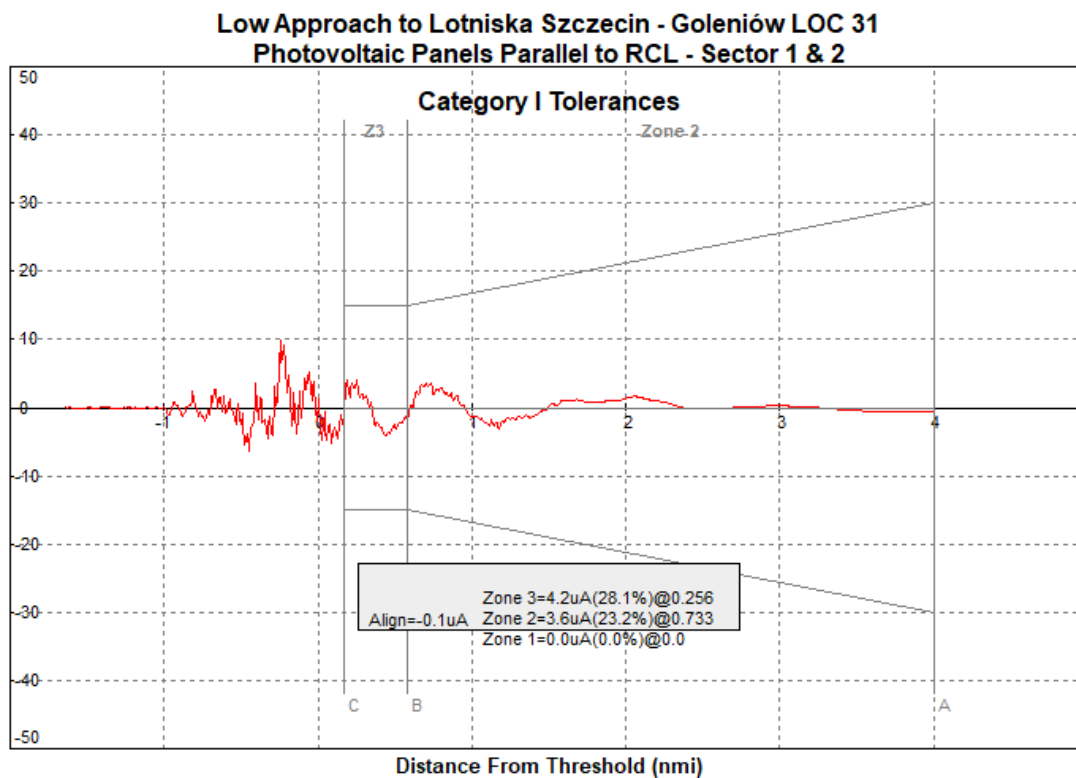
Przy użyciu oprogramowania symulacyjnego, została zasymulowana procedura podejścia do lądowania od 4NM do progu. Procedura posiada następujący profil.



Rysunek 34 Profil podejścia do LOC 31

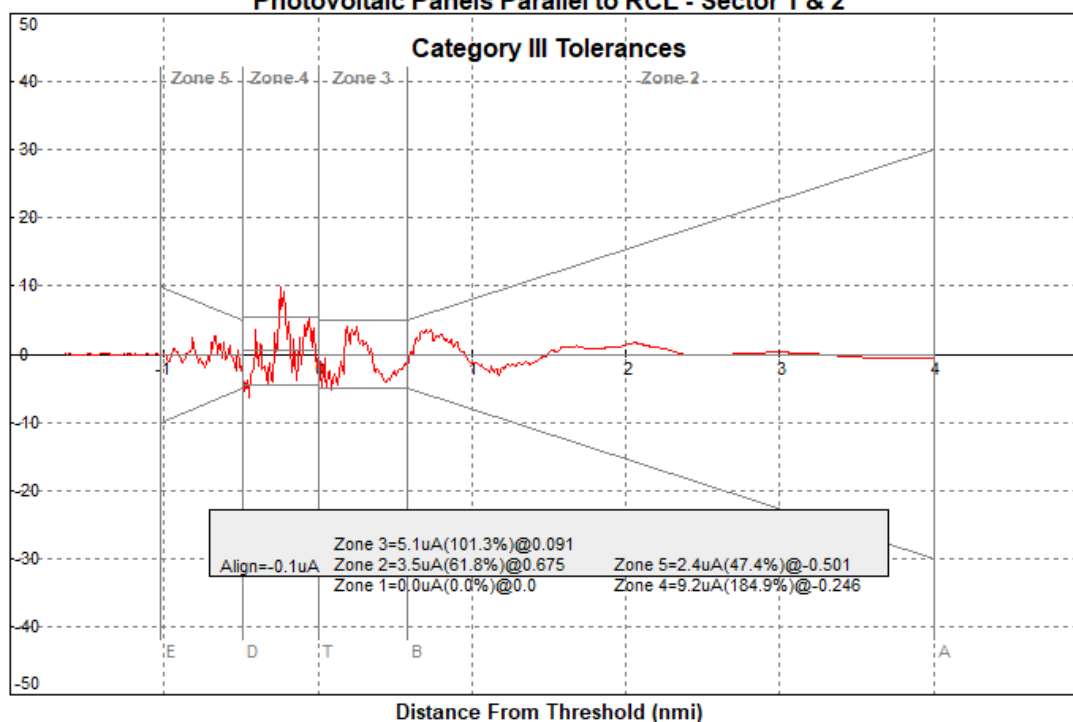
Profil ten przedstawia wpływ w Strefie 2, Strefie 3, Strefie 4 i Strefie 5 podejścia do lądowania z wykorzystaniem systemu LOC 31. Wynik symulacji pokazany został na kolejnym rysunku. Widać poważny wpływ na sygnał wzdłuż podejścia do lądowania. Dla operacji CAT I zakłócenie w strefie 3 wynosi około 4,2 μ A na 0,256 NM od progu. Wpływ na sygnał wynosi około 28,1% dozwolonych limitów dla CAT I. Jeśli zastosujemy limity dla CAT II/III, najgorsze zakłócenia będą miały miejsce w strefach 3 i 4, gdzie przekroczą one dozwolone limity ICAO dla operacji w tych kategoriach. W Strefie 4

wpływ na sygnał wyniesie 194% powyżej dopuszczalnego limitu. Zatem, zakłócenia struktury sygnału nadajnika kierunku podejścia LOC będą bardzo dotkliwe/nasilone.



Rysunek 35 Podejście LOC 31 (12 LPDA) limity CAT I – panele w sektorze 1 i 2 równoległe, 150m od RCL

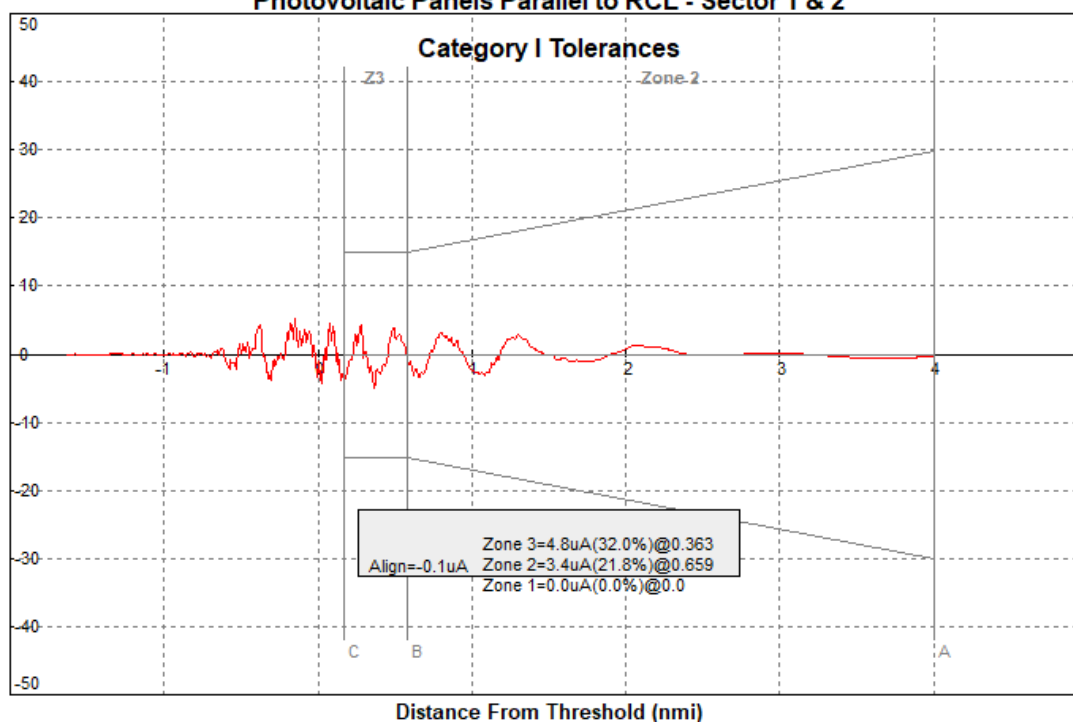
Low Approach to Lotniska Szczecin - Goleniów LOC 31
Photovoltaic Panels Parallel to RCL - Sector 1 & 2



Rysunek 36 Podejście LOC 31 (12 LPDA) limity CAT III – panele w sektorze 1 i 2 równoległe, 150m od RCL

Jeśli wszystkie panele fotowoltaiczne umieszczone od sektora 1-1 do sektora 1-11 zostaną zainstalowane 200m od RCL zamiast 150m, wpływ na sygnał został zmniejszony w porównaniu z poprzednio omawianym scenariuszem. Jednak zakłócenia będą nadal bardzo poważne. Jeśli weźmiemy pod uwagę limity CAT I, największe zakłócenia pojawiają się w strefie 3 i wyniosą około $4,8 \mu\text{A}$ na $0,363 \text{ NM}$ od progu. Wpływ stanowi około 32% limitów dozwolonych dla CAT I.

**Low Approach to Lotniska Szczecin - Goleniów LOC 31
Photovoltaic Panels Parallel to RCL - Sector 1 & 2**



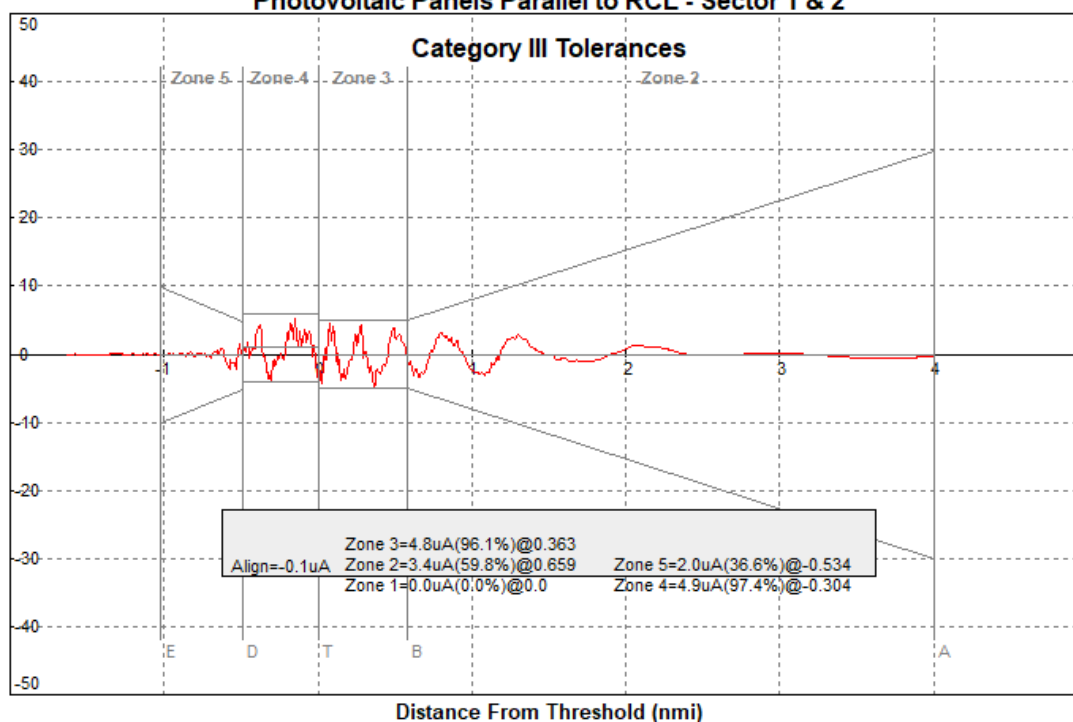
Rysunek 37 Podejście LOC 31 (12 LPDA) limity CAT I – panele w sektorze 1 i 2 równoległe do RCL.
Panele od sektora 1-1 do sektora 1-11 zainstalowane 200m od RCL

Jeśli weźmiemy pod uwagę limity ICAO dla CAT II/III, to wpływ na sygnał wyniesie około 100% w strefach 3 i 4, więc będzie to poziom niedozwolony dla operacji lotniczych. Zatem, nawet jeśli panele fotowoltaiczne zostaną umieszczone w odległości 200m od osi drogi startowej (RCL), operacje w kategorii CAT II/III będą niedozwolone oraz operacje w kategorii CAT I będą narażone na zakłócenia.

Zakłócenia te powstają głównie z dwóch powodów:

- System antenowy LOC 31 jest systemem 12-antenowym, zatem posiada bardzo szeroki sektor kursu. Przeszkody znajdujące się w odległości bliższej niż 300m od RCL będą powodowały główne zakłócenia sygnału.
- Panele fotowoltaiczne zostaną zainstalowane wzdłuż obszaru wrażliwego LOC 31 (z 12-elementowym systemem antenowym).

Low Approach to Lotniska Szczecin - Goleniów LOC 31
Photovoltaic Panels Parallel to RCL - Sector 1 & 2

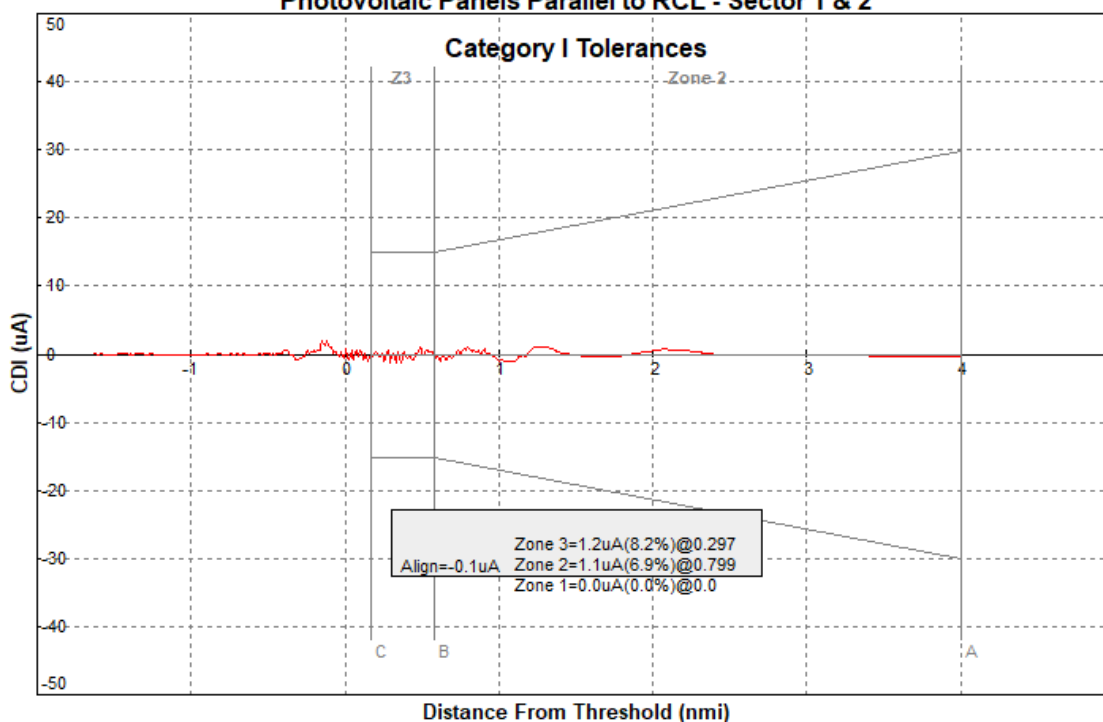


Rysunek 38 Podejście LOC 31 (12 LPDA) limity CAT III – panele w sektorze 1 i 2 równoległe do RCL.
Panele od sektora 1-1 do sektora 1-11 zainstalowane 200m od RCL

Aby poprawić ten efekt, właściwy dla systemów LOC z szerokim wzorcem kursu, można zastosować system o węższym wzorcu promieniowania, na przykład 16-elementowy system antenowy, stosowany w obecnym systemie INDRA NAVIA NM7216A. System 16 - elementowy ma mniejszy obszar wrażliwy, więc wpływ na sygnał dla tych samych paneli fotowoltaicznych zainstalowanych w odległości 200 m od RCL, będzie znacznie mniejszy. Kolejne rysunki pokazują oczekiwane wyniki dla 16 LPDA.

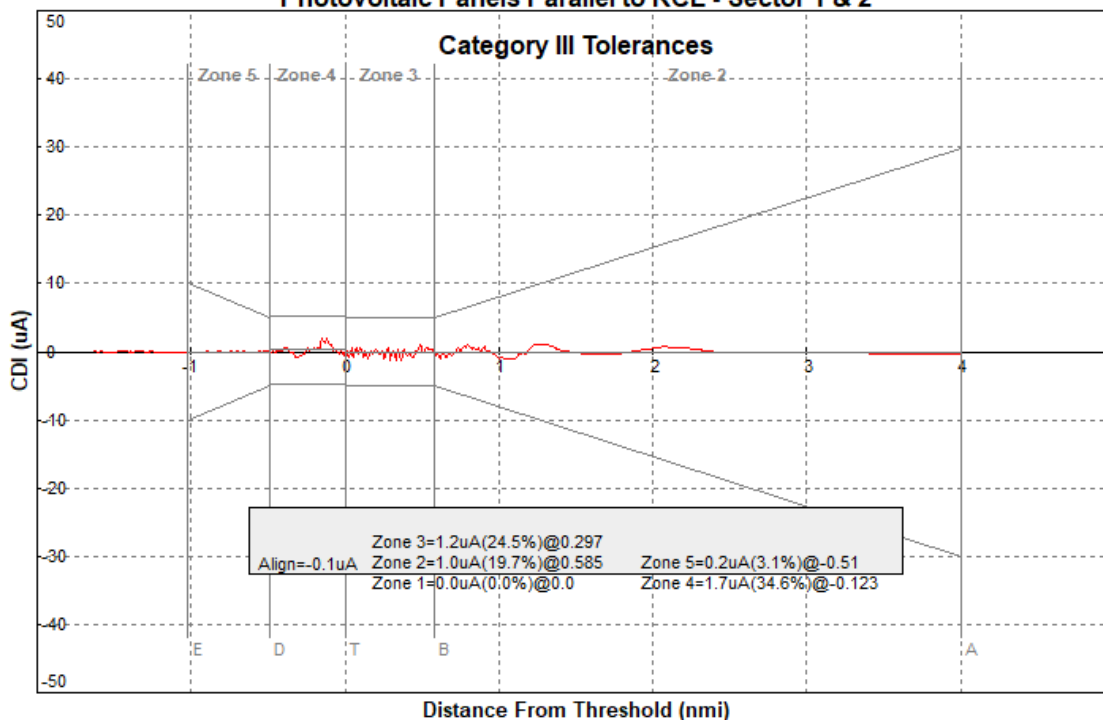
Jak można zauważyć, sygnał prowadzący poprawia się znacząco. Operacje w CAT I są możliwe bez większych problemów, a wpływ na sygnał jest **nieznaczny** z zakłóceniami poniżej 9% limitów ICAO dla CAT I.

**Low Approach to Lotniska Szczecin - Goleniów LOC 31
Photovoltaic Panels Parallel to RCL - Sector 1 & 2**



Rysunek 39 Podejście LOC 31 (16 LPDA) limity CAT I – panele w sektorze 1 i 2 równoległe do RCL.
Panele od sektora 1-1 do sektora 1-11 zainstalowane 200m od RCL

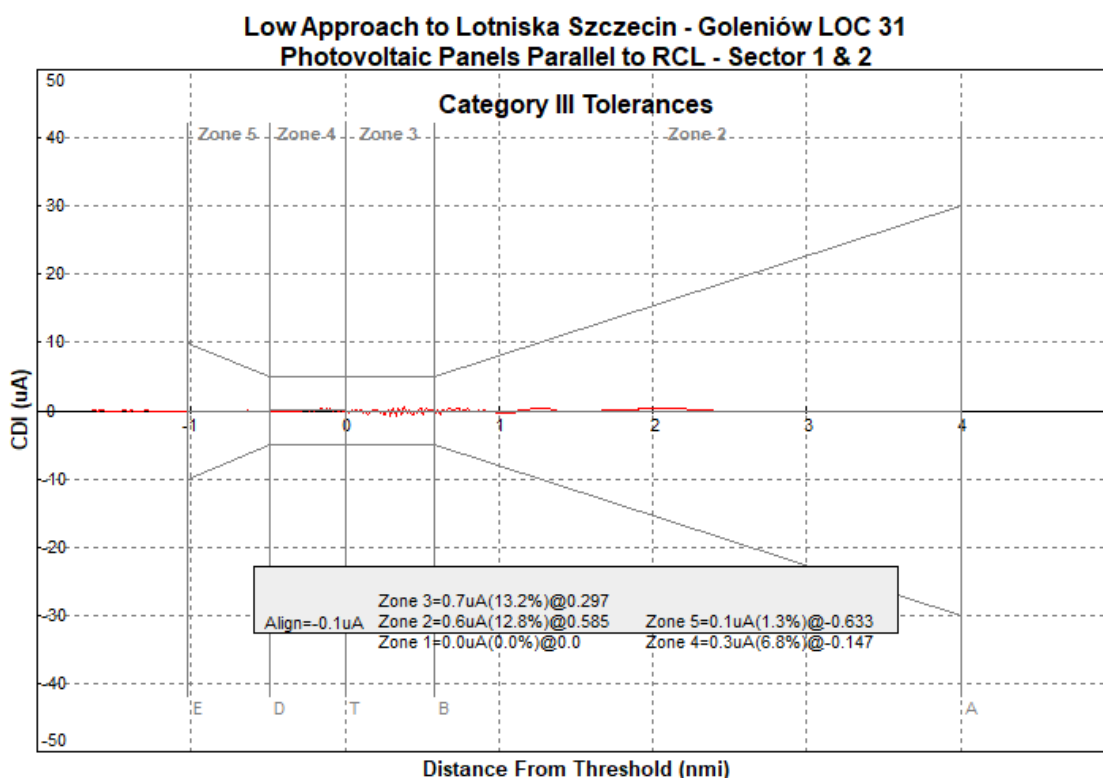
**Low Approach to Lotniska Szczecin - Goleniów LOC 31
Photovoltaic Panels Parallel to RCL - Sector 1 & 2**



Rysunek 40 Podejście LOC 31 (16 LPDA) limity CAT III – panele w sektorze 1 i 2 równoległe do RCL.
Panele od sektora 1-1 do sektora 1-11 zainstalowane 200m od RCL

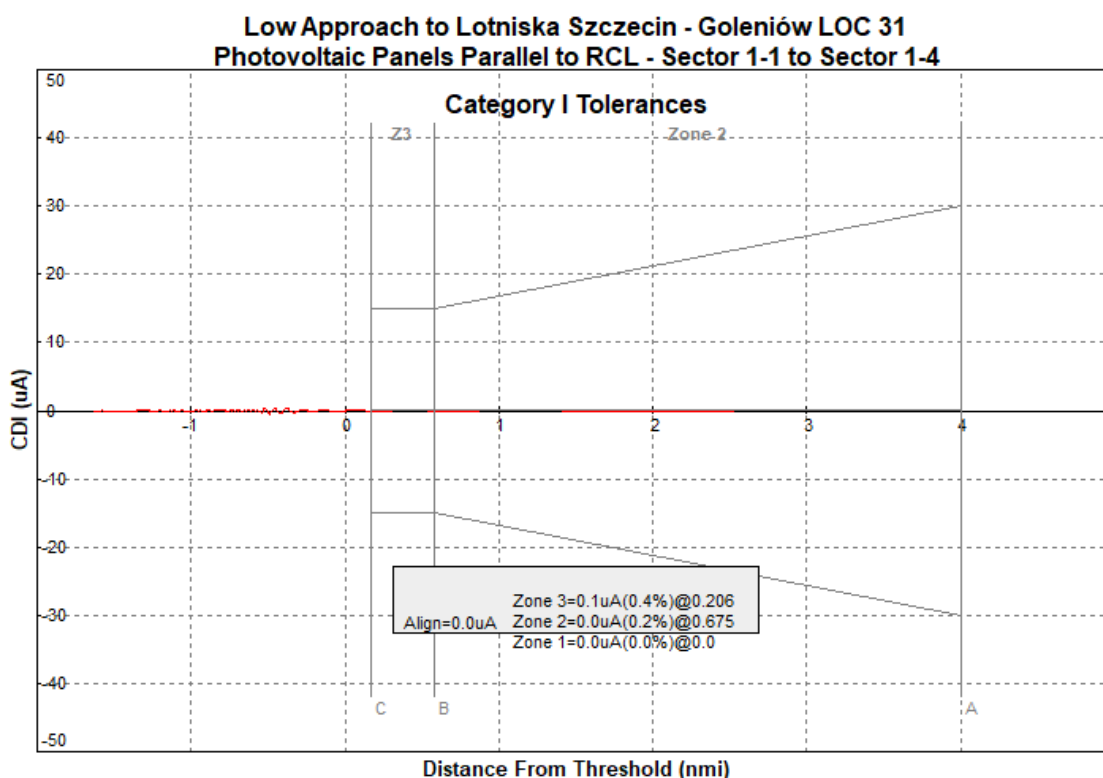
Nawet jeśli zajdzie potrzeba wykonywania operacji w CAT II/III, system 16-antenowy pozwoliłby na ich bezproblemowe wykonywanie, chociaż w tym przypadku wpływ na sygnał może wynieść około 25% limitów ICAO. Możliwe, że małe elementy konstrukcyjne lub modyfikacje spowodują większe odchylenia sygnału prowadzącego.

Jeśli lotnisko planuje wykonywanie operacji lotniczych w kategorii CAT II/III, bezpieczniej byłoby zastosować system wąskopasmowy NM7720A z 20 antenami. Poniższy rysunek przedstawia oczekiwane wyniki dla nadajnika kierunku podejścia z 20 - elementowym systemem antenowym (typ Indra NM7220A).



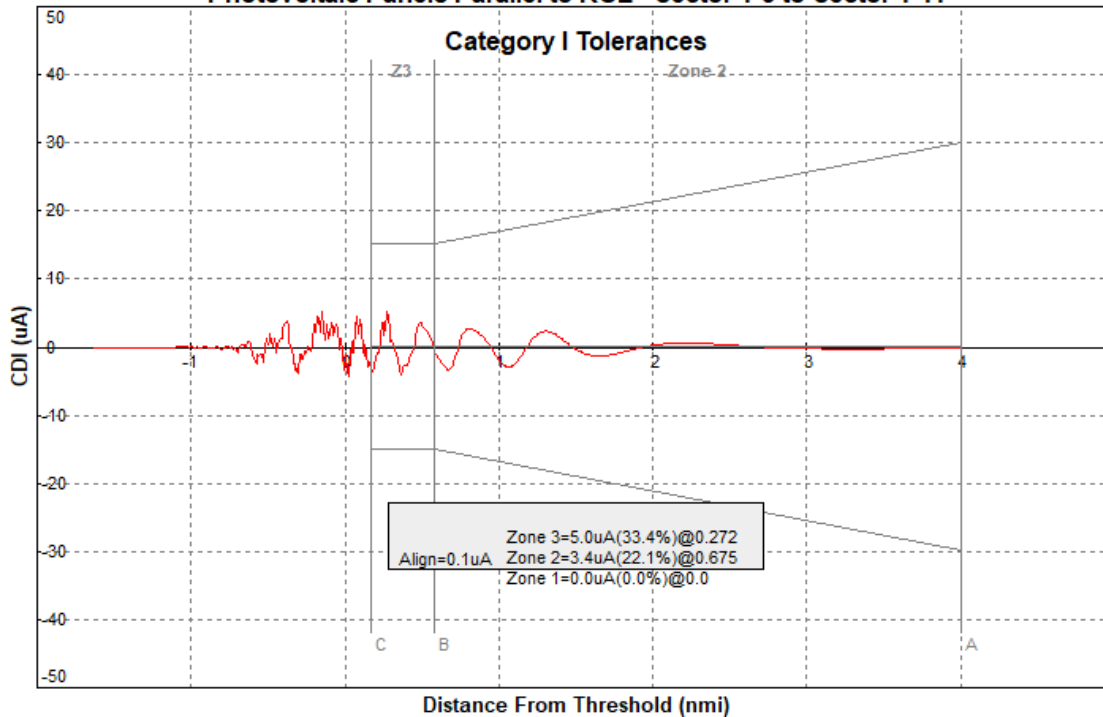
Rysunek 41 Podejście LOC 31 (20 LPDA) limity CAT III – panele w sektorze 1 i 2 równoległe do RCL.
Panele od sektora 1-1 do sektora 1-11 zainstalowane 200m od RCL

Z drugiej strony, słusze jest określenie sektorów powodujących największe zakłócenia sygnału prowadzącego nadajnika kierunku podejścia LOC NM3524 z 12 - elementowym systemem antenowym. Kolejne rysunki pokazują wpływ różnych sektorów na sygnały nawigacyjne.



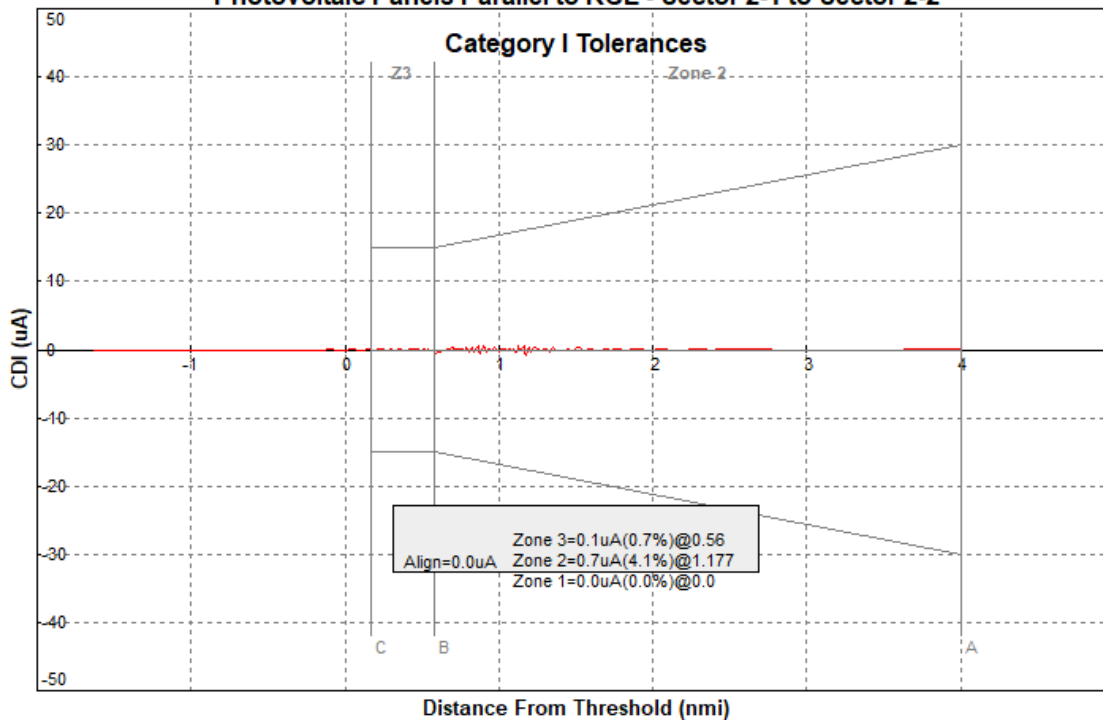
Rysunek 42 Podejście LOC 31 (12 LPDA) limity CAT I – panele w sektorze 1 równoległe do RCL.
Panele od sektora 1-1 do sektora 1-4 zainstalowane 200m od RCL

Low Approach to Lotniska Szczecin - Goleniów LOC 31
Photovoltaic Panels Parallel to RCL - Sector 1-5 to Sector 1-11



Rysunek 43 Podejście LOC 31 (12 LPDA) limity CAT I – panele umieszczone w sektorze 1 równoległe do RCL.
Panele od sektora 1-5 do sektora 1-11 zainstalowane 200m od RCL

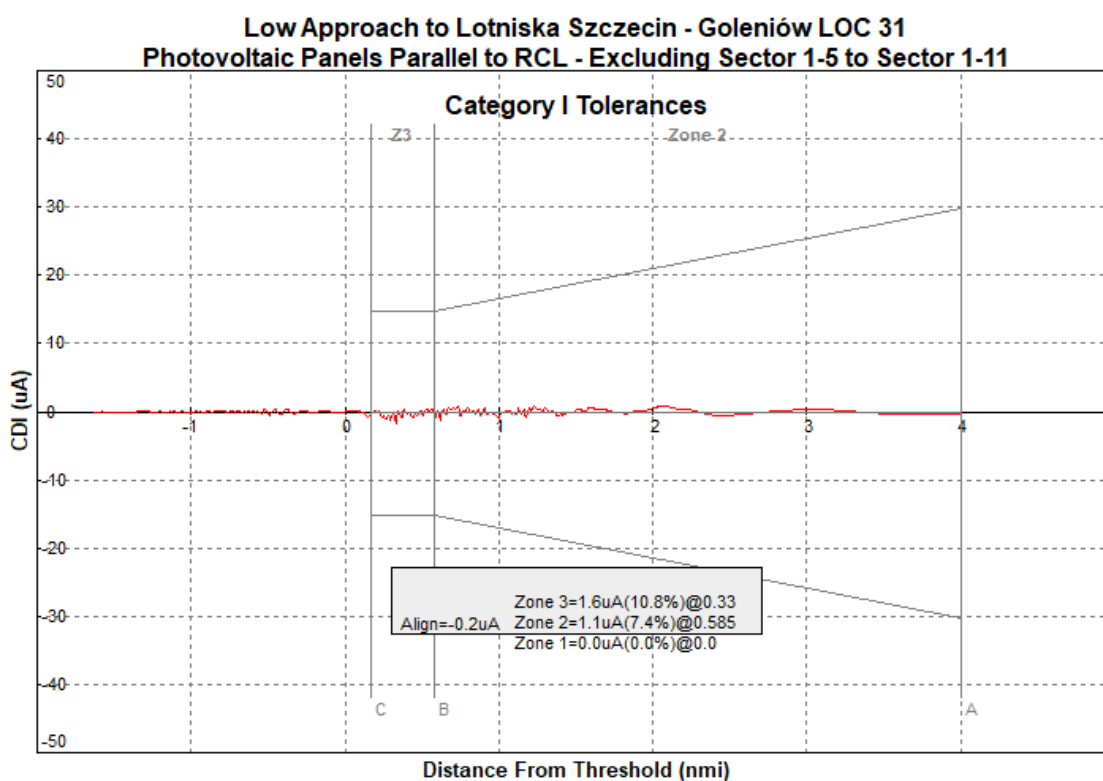
Low Approach to Lotniska Szczecin - Goleniów LOC 31
Photovoltaic Panels Parallel to RCL - Sector 2-1 to Sector 2-2



Rysunek 44 Podejście LOC 31 (12 LPDA) limity CAT I – panele w sektorze 2 równoległe do RCL.
Panele od sektora 2-1 do sektora 2-2.

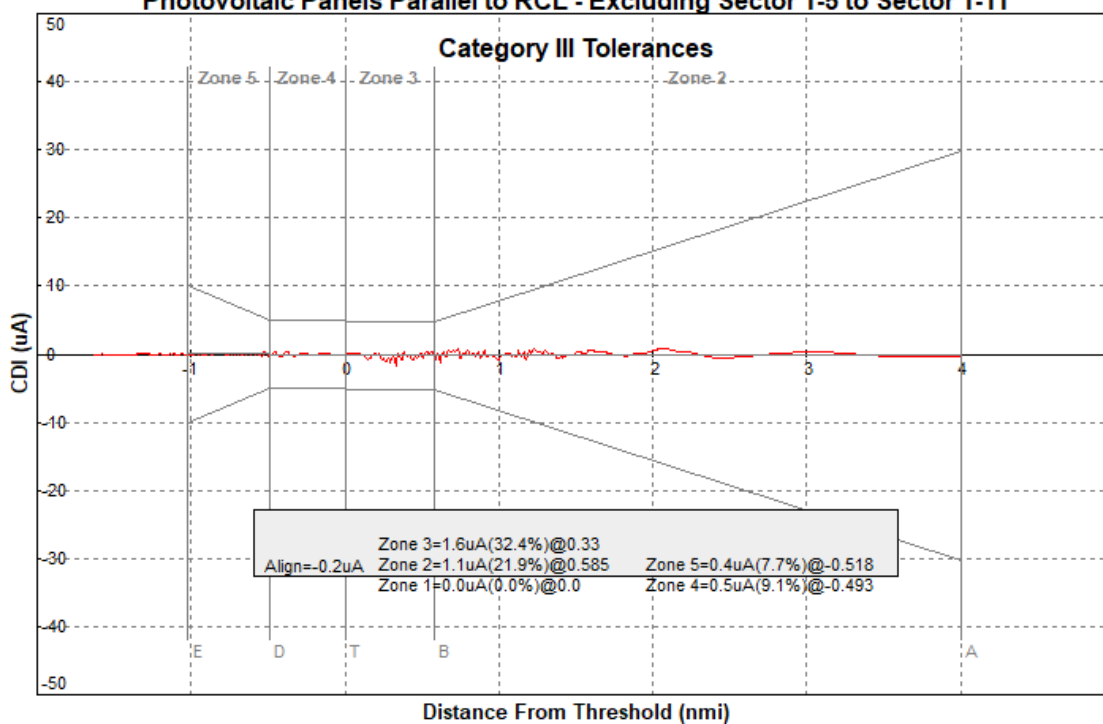
Jak pokazano w poprzednich rysunkach, główne zakłócenia powodują panele fotowoltaiczne umieszczone od sektora 1-5 do sektora 1-11. Odcinek ten zaczyna się na 700 m od progu THR 13 i ciągnie się do 2500 m od THR 13, czyli do THR 31. Cały ten obszar wpisuje się w obszar wrażliwy dla systemu LOC z 12-elementowym systemem antenowym.

Jeżeli usuniemy panele umieszczone od sektora 1-5 do sektora 1-11, uzyskamy wyniki pokazane na kolejnym rysunku. Jak widać, wpływ na sygnał jest niski i wynosi około 10% limitów dla CAT I w strefie 3 i około 33% w CAT III. Również pozostała struktura sygnału jest dość czysta. Operacje w CAT II/III można wykonywać bez żadnych problemów.



Rysunek 45 Podejście LOC 31 (12 LPDA) limity CAT I – panele w sektorze 1 i 2 równoległe do RCL.
Usunięte panele od sektora 1-5 do sektora 1-11.

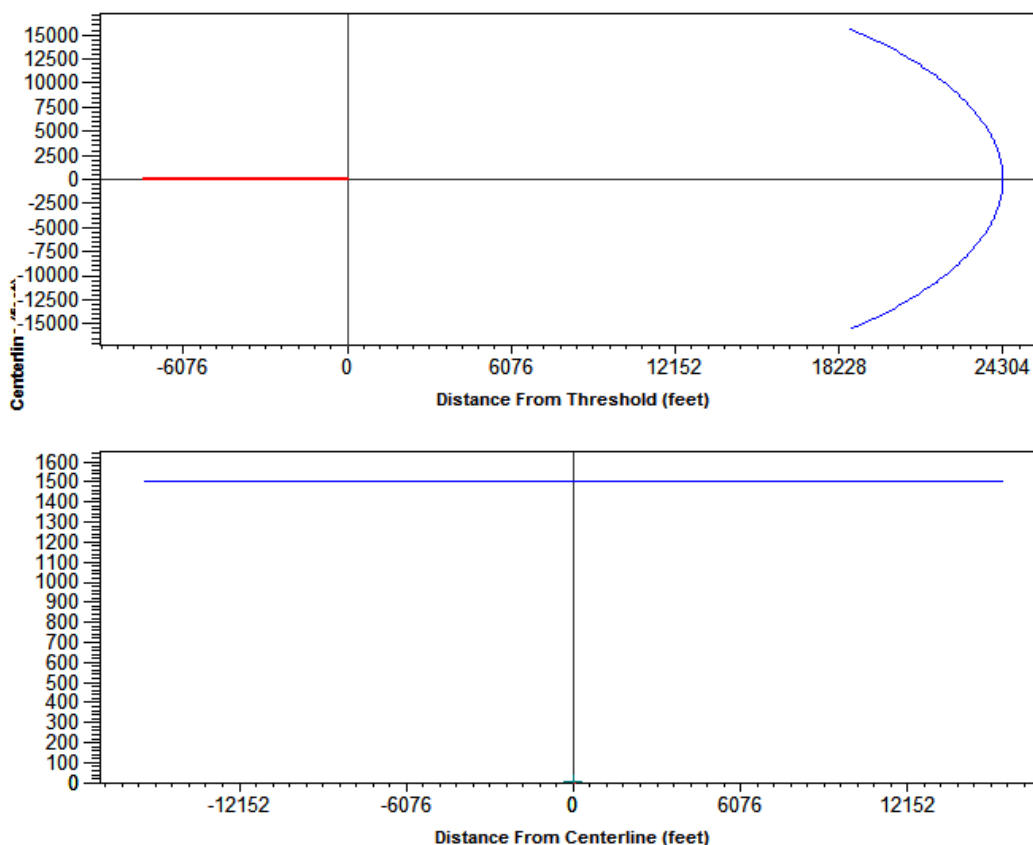
Low Approach to Lotniska Szczecin - Goleniów LOC 31
Photovoltaic Panels Parallel to RCL - Excluding Sector 1-5 to Sector 1-11



Rysunek 46 Podejście LOC 31 (12 LPDA) limity CAT III – panele w sektorze 1 i 2 równoległe do RCL.
Usunięte panele od sektora 1-5 do sektora 1-11.

7.3.2 Podejście po orbicie do LOC 31

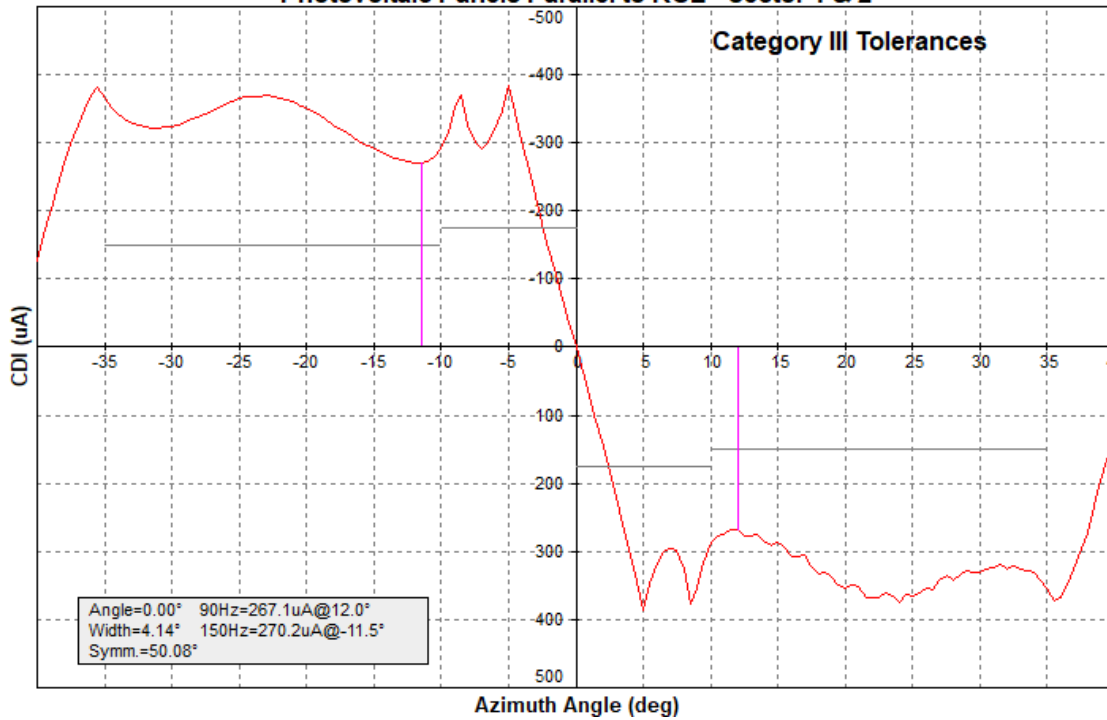
Kolejną procedurą jest podejście po orbicie z -35° od RCL do $+35^\circ$ na 1500ft AGL. Analiza ta umożliwia sprawdzenie zakłóceń liniowych wewnątrz wrażliwego sektora LOC oraz innych fałszywych kierunkach. Kolejny rysunek pokazuje analizę profilu lotu.



Rysunek 47 Profil orbity do LOC 31

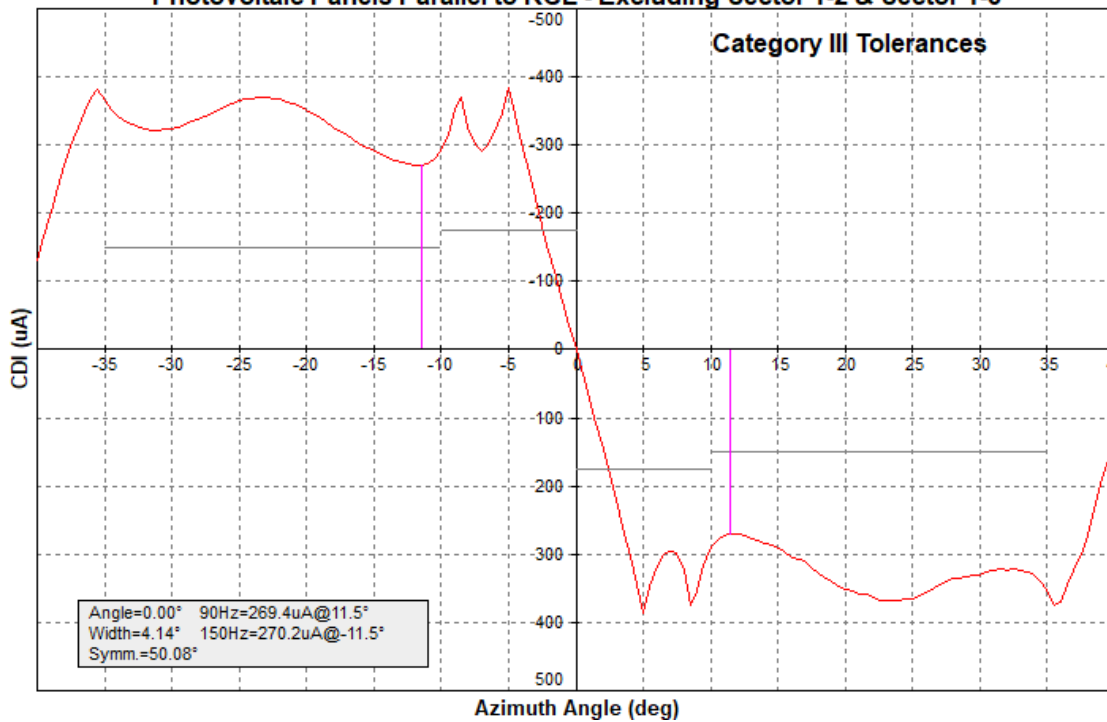
Jak widać na następnym rysunku, występują zakłócenia sygnału wzdłuż pół orbity po prawej stronie, patrząc zgodnie z kierunkiem podejścia do lądowania. Zakłócenia, widoczne szczególnie w sektorze 1-2 i sektorze 1-3, zostały już omówione. W zależności od regulacji poziomu wstęgi bocznej nadajników przestrzeni wolnej (Clearance sideband level), wpływ ten może wprowadzać ograniczenia w pokryciu sygnału. Konieczna będzie regulacja, w celu zwiększenia minimalnego sygnału DDM wymaganego na orbicie. W tym przypadku symulacja wykorzystuje maksymalny poziom mocy dozwolony dla systemu, dlatego wpływ jest dość daleko od limitów ICAO. W rzeczywistości nie powinno to stanowić problemu dla sygnału ILS i operacji lotniczych.

**Clearance Orbit to Lotniska Szczecin - Goleniów LOC 31
Photovoltaic Panels Parallel to RCL - Sector 1 & 2**



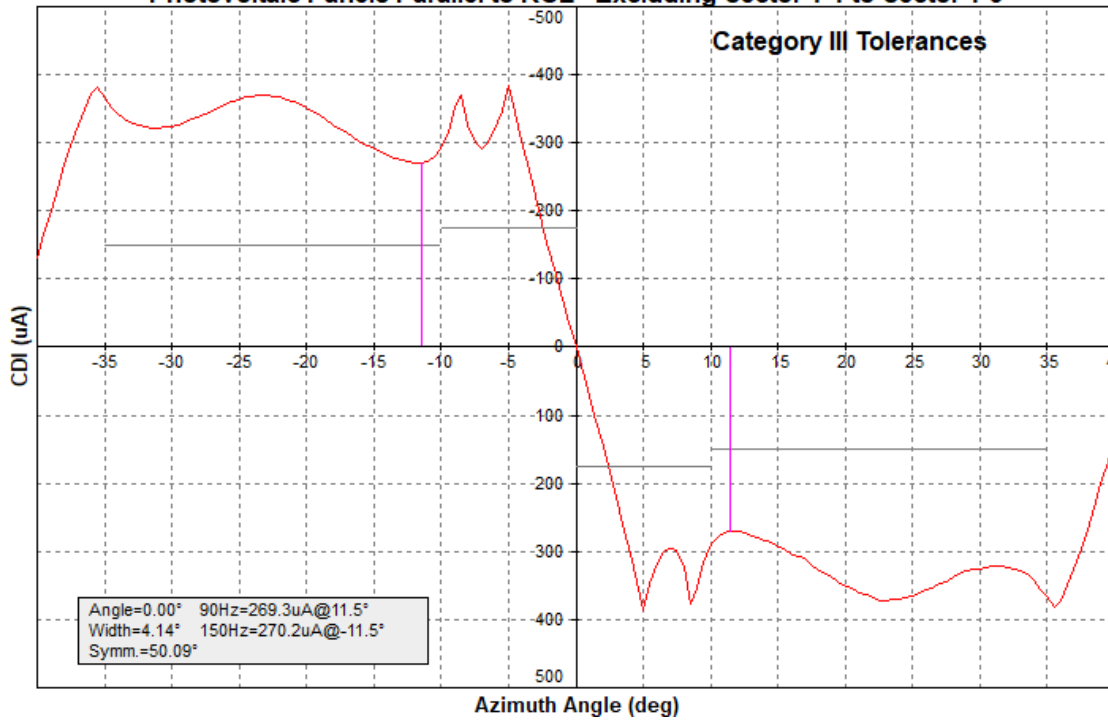
Rysunek 48 LOC 31 Orbita $\pm 35^\circ$ względem RCL – uwzględniono wszystkie sektory

**Clearance Orbit to Lotniska Szczecin - Goleniów LOC 31
Photovoltaic Panels Parallel to RCL - Excluding Sector 1-2 & Sector 1-3**



Rysunek 49 LOC 31 Orbita $\pm 35^\circ$ względem RCL – bez sektora 1-2 i 1-3

**Clearance Orbit to Lotniska Szczecin - Goleniów LOC 31
Photovoltaic Panels Parallel to RCL - Excluding Sector 1-1 to Sector 1-3**



Rysunek 50 LOC 31 Orbita $\pm 35^\circ$ względem RCL – bez sektorów od 1-1 do 1-3

7.3.3 Wnioski z symulacji nadajnika kierunku podejścia LOC

Po przeanalizowaniu wszystkich poprzednich wyników można podsumować kolejne zalecenia:

- Wszystkie panele fotowoltaiczne montowane w sektorach od sektora 1-5 do sektora 1-11 powodują duże zakłócenia w strukturze sygnału z szerokim systemem 12-antenowym NM3524 lub NM7212A. Wpływ ten jest niebezpieczny, ponieważ sygnał ten wykorzystywany jest przez samoloty podczas procedur precyzyjnego startu. Wynika to z faktu, że sektory od 1-5 do 1-11 znajdują się wewnątrz obszaru wrażliwego nadajnika kierunku podejścia LOC, dla aktualnego systemu LOC. Zdecydowanie zaleca się unikanie montażu paneli w tych strefach. W przypadku ich zainstalowania, należy zachować odległość większą niż 250 m od osi drogi startowej (RCL) dla systemu z mniejszą ilością anten niż 16 LPDA, jeśli planowane są operacje w CAT I.
 - Zainstalowanie paneli fotowoltaicznych w sektorach od 1-1 do 1-3 wpłynie negatywnie na sygnał Clearance (przestrzeni wolnej), szczególnie po prawej stronie, patrząc zgodnie z kierunkiem podejścia do lądowania. Jeśli poziom mocy SBO jest dobrze wyregulowany, wpływ na sygnał nie powinien wywoływać znaczących zakłóceń w działaniu ILS.
 - Jeśli panele fotowoltaiczne będą instalowane w tych strefach, zdecydowanie zaleca się zamontowanie wszystkich paneli w odległości większej niż 200 m od osi drogi startowej (RCL) oraz modernizację systemu antenowego LOC z 12 - elementowego na 16 - elementowy. To ulepszenie zmniejszy wrażliwe obszary systemu antenowego i umożliwi precyzyjne podejścia w kategoriach operacyjnych CAT I/II/III.
-



- Jeśli nadajnik kierunku podejścia nie zostanie rozbudowany do 16-antenowego, instalacja paneli fotowoltaicznych w sektorach od 1-5 do 1-11 powinna zostać zredukowana do paneli naziemnych zamontowanych co najmniej 200m od RCL.
 - Panele fotowoltaiczne zainstalowane w sektorze 2 i sektorze 3 (na dachach budynków terminali) nie będą powodować znaczących zakłóceń sygnału prowadzącego LOC. Należy wziąć również pod uwagę wnioski zawarte w części symulacji odnoszącej się do radiolatarni ścieżki schodzenia GP.
-



7.4 Symulacja radiolatarni ścieżki schodzenia (GP)

Jak już wspomiano celem niniejszej analizy jest sprawdzenie wpływu farmy fotowoltaicznej na nawigacyjny sygnał prowadzący radiolatarni ścieżki schodzenia GP. Żadne inne przeszkody ani źródła odbicia sygnału nie zostaną wzięte pod uwagę. Konfiguracja bazowa radiolatarni ścieżki schodzenia GP jest następująca:

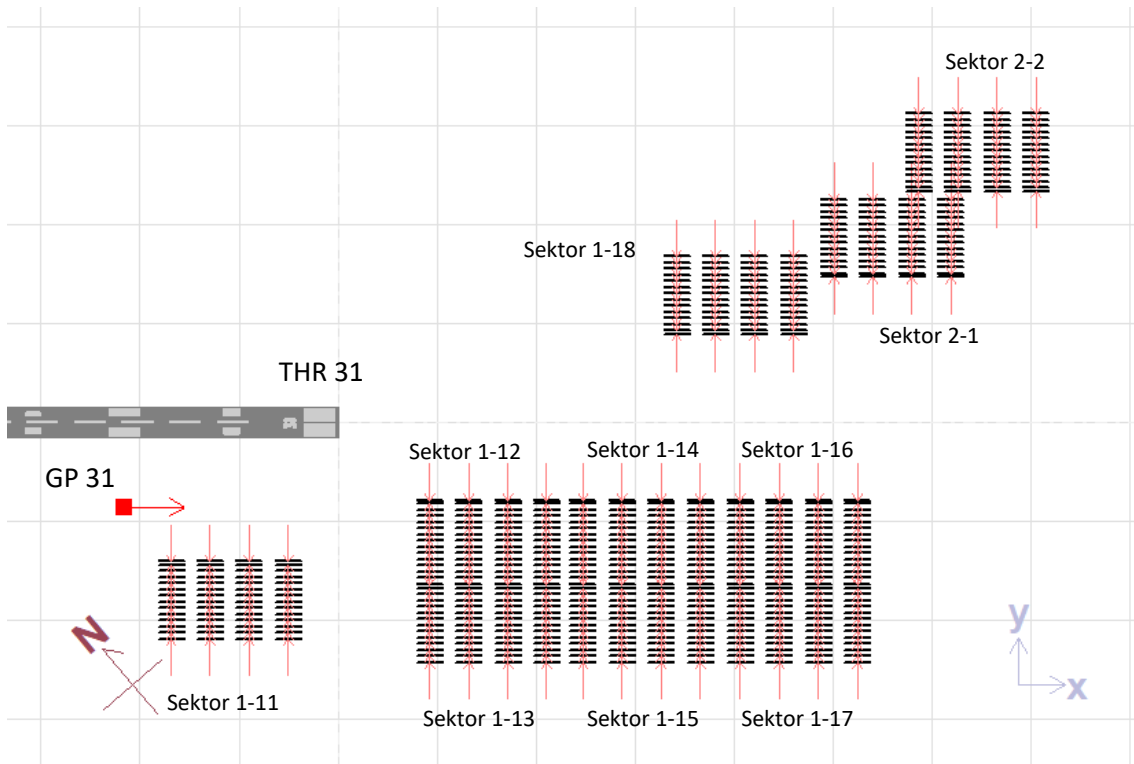
Parametr	Wartość
Odległość THR 31 – GP 31	330,0 m
Odległość RCL – GP 31	130,0 m
Częstotliwość GP 31	329,60 MHz
System antenowy	M-Array – 3 elementy
Wysokość masztu antenowego	17,37m (57ft) AGL
Referencyjny poziom terenu GP 31	42 m (137,8 ft)
Poziom terenu THR 31	47,37 m (155,4 ft)
Poziom terenu THR 13	36,30m (119,1 ft)
Poziom terenu w miejscu instalacji paneli fotowoltaicznych	Jak wskazano w 7.2.1

Tabela 11 Parametry bazowe GP 31

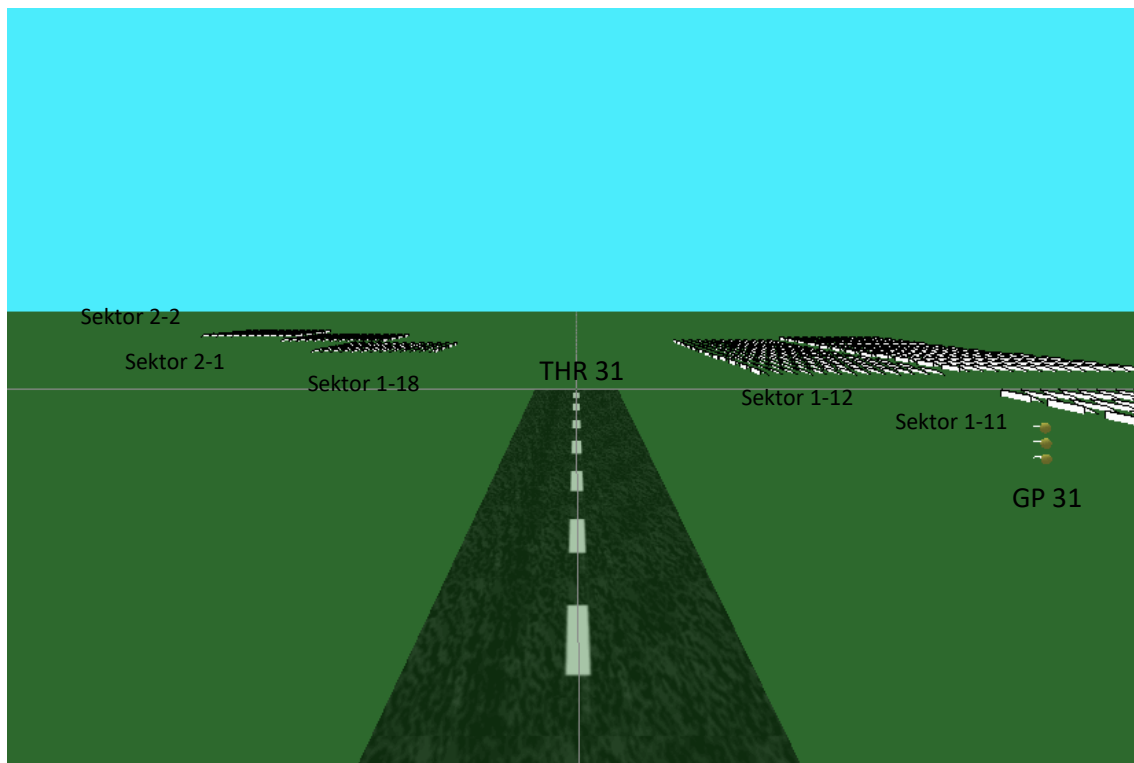
Poziomem terenu przyjętym jako poziom odniesienia będzie poziom na jakim znajduje się maszt GP31. Zgodnie z informacjami podanymi w punkcie 7.2.1, sektor 1-10 ma wysokość 42 m n.p.t., punkt ten będzie traktowany jako 0 m dla celów tej analizy.

W oprogramowaniu symulacyjnym, został sprawdzony scenariusz pokazany na kolejnym rysunku. Wprowadzone zostały punkty lokalizacyjne progu drogi startowej, radiolatarni ścieżki schodzenia GP31 oraz paneli fotowoltaicznych od sektora 1-11 do sektora 1-18 oraz od sektora 2-1 do sektora 2-2. Sektor 3 i sektory od 1-1 do 1-10 nie będą brane pod uwagę, ponieważ znajdują się za antenami GP, zatem nie będą miały wpływu na sygnał prowadzący transmitowany przez GP 31. Wszystkie pozostałe panele zostaną umieszczone w odległości powyżej 150m od RCL i idealnie równoległe do RCL.

Strzałki wskazują kierunek fal radiowych od radiolatarni ścieżki schodzenia GP 31.



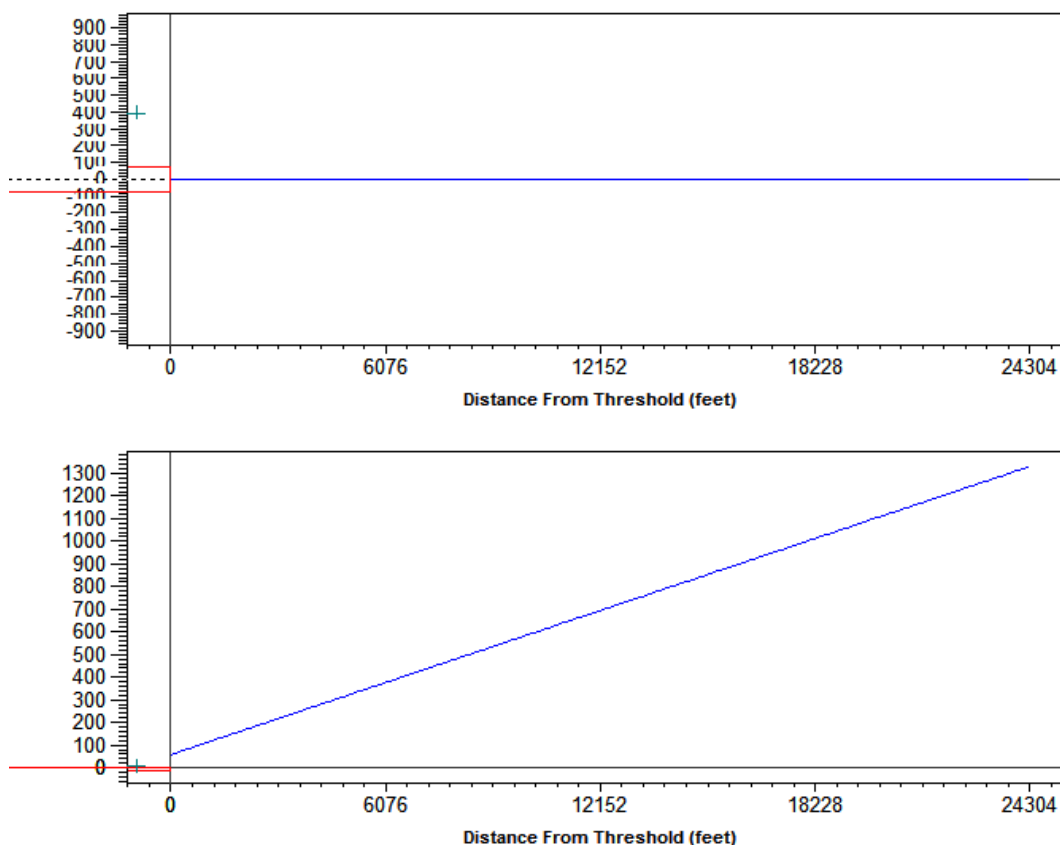
Rysunek 51 Scenariusz 2D GP 31 – panele fotowoltaiczne



Rysunek 52 Scenariusz 3D GP 31 – panele fotowoltaiczne

7.4.1 Procedura podejścia do GP 31

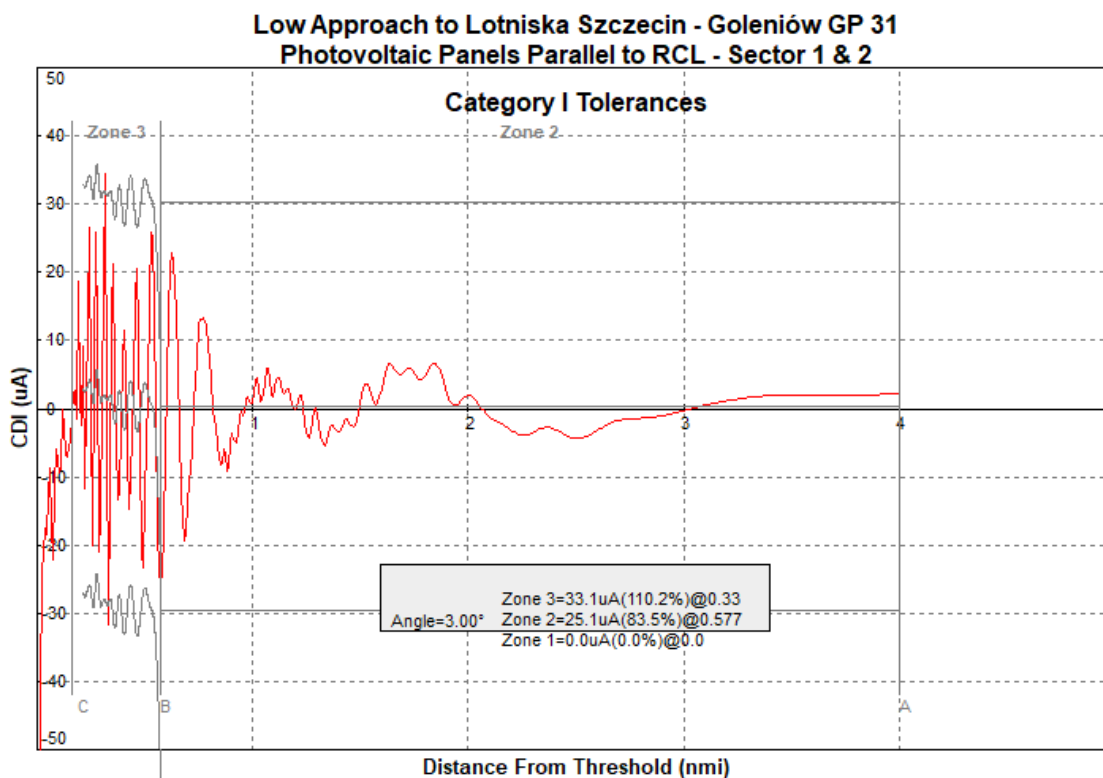
Przy użyciu oprogramowania symulacyjnego, została zasymulowana procedura podejścia do lądowania od 4NM do progu. Procedura posiada następujący profil:



Rysunek 53 Profil podejścia do GP 31

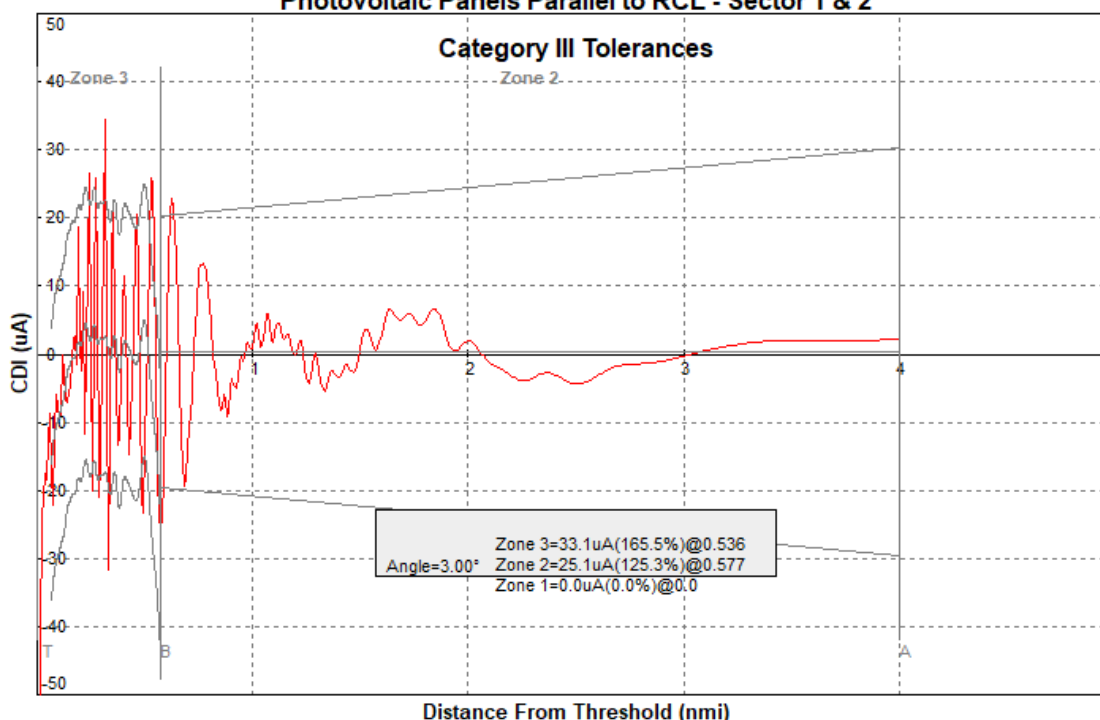
Profil ten pokazuje wpływ z Strefie 2 i Strefie 3 GP. Wyniki niniejszej symulacji zostały przedstawione na kolejnych rysunkach. W tym przypadku panele fotowoltaiczne zostały umieszczone w minimalnej odległości 150m od RCL.

Jak widać, panele fotowoltaiczne będą powodować poważne zakłócenia sygnału wzdłuż całej ścieżki podejścia od 4NM do punktu T. Jak widać na kolejnym rysunku, zakłócenia będą bardzo bliskie granic tolerancji dla CAT I, a nawet poza tymi granicami w strefie 3. Oczywiście nie ma możliwości na uzyskanie kategorii CAT II/III. Można również zauważyć, że największy wpływ paneli na sygnał ma miejsce w Strefie 3, między punktem B a punktem T. Zwykle zakłócenia wewnątrz strefy 3 są wytwarzane w przypadku przeszkód w pobliżu progu, tak jak ma to miejsce w omawianym przypadku.



Rysunek 54 Podejście do GP 31 (CEGS) limity CAT I – panele w sektorze 1 i 2 równoległe do RCL.
Panele w sektorze 1-5 zainstalowane 150m od RCL

**Low Approach to Lotniska Szczecin - Goleniów GP 31
Photovoltaic Panels Parallel to RCL - Sector 1 & 2**

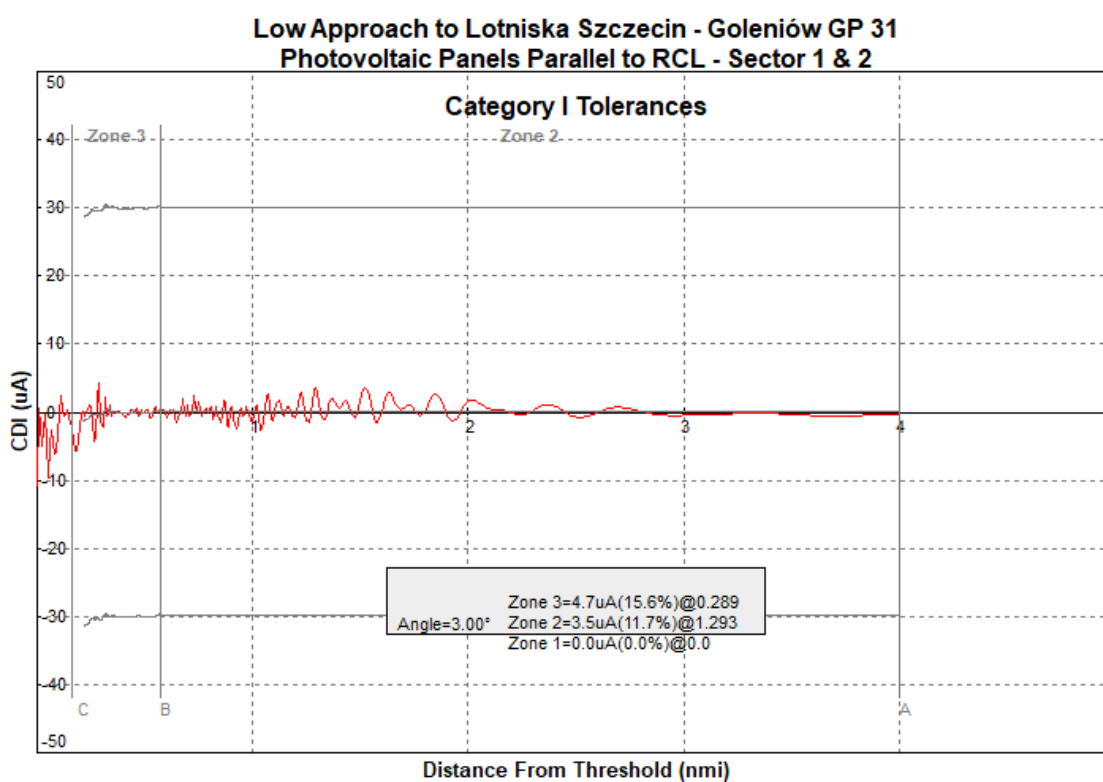


Rysunek 55 Podejście do GP 31 (CEGS) limity CAT III – panele w sektorze 1 i 2 równoległe do RCL.
Panele w sektorze 1-11 zainstalowane 150m od RCL

Ze względu na naprawdę wysoki wpływ paneli fotowoltaicznych w odległości 150m od osi drogi startowej (RCL) przeanalizowany został kolejny scenariusz, z panelami umieszczonymi w odległości 200m od RCL. Jak widać, panele fotowoltaiczne będą wywierać mniejszy wpływ na sygnał, w porównaniu do poprzednio omawianego przypadku, na całej ścieżce podejścia od 4NM do punktu T. Zakłócenia będą mieścić się w granicach tolerancji dla kategorii CAT I i kategorii CAT II/III. Można również zauważyć, że największy wpływ znajduje się w strefie 3, między punktem B a punktem T.

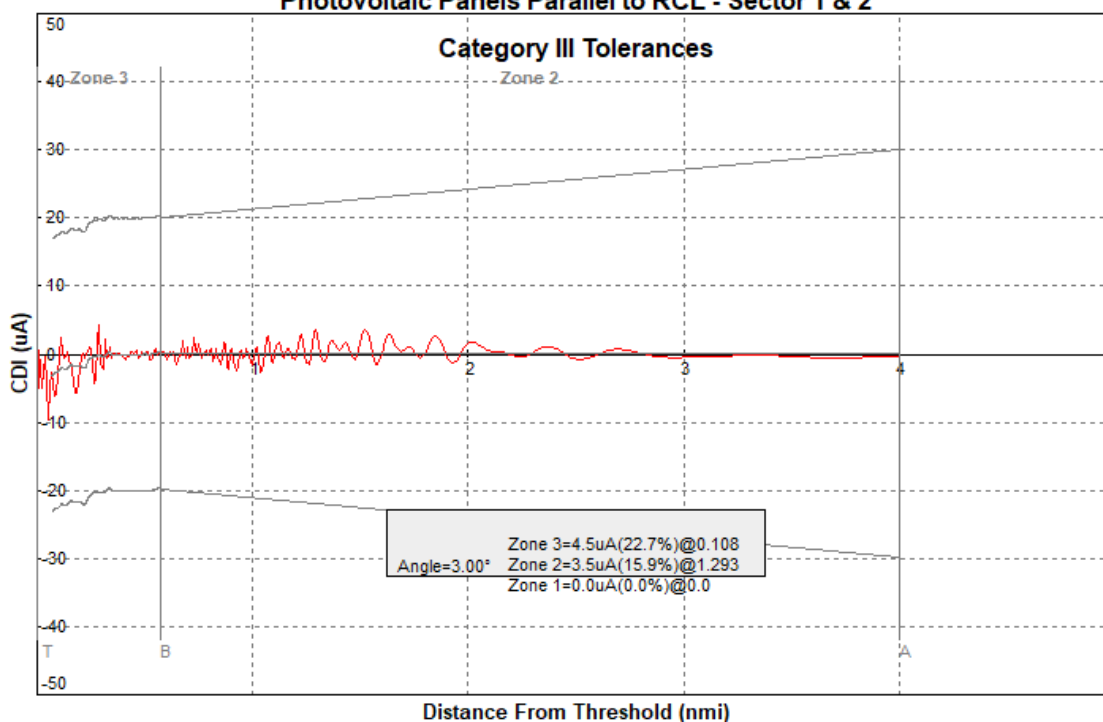
Wyniki te należy jednak interpretować jako teoretyczną sytuację idealną. Jeżeli z przyczyn konstrukcyjnych lub błędów pomiarowych panele fotowoltaiczne nie zostaną umieszczone dokładnie równoległe do RCL, pojawią się duże zakłócenia, jak pokazano na Rysunek 58.

W kolejnym omawianym przypadku, gdy wyłącznie panele w sektorze 1 - 11 zostaną obrócone o 10^o względem RCL widać, naprawdę duże ugięcia sygnału w strefie 3, a wszystkie inne załamania znajdujące się wewnątrz strefy 2 mają większe wartości w porównaniu z wynikami przedstawionymi na Rysunek 57. Ponownie CAT III nie będzie możliwa, a CAT I jest możliwa z zakłóceniami wzdłuż podejścia do punktu B (limit dla procedur CAT I).



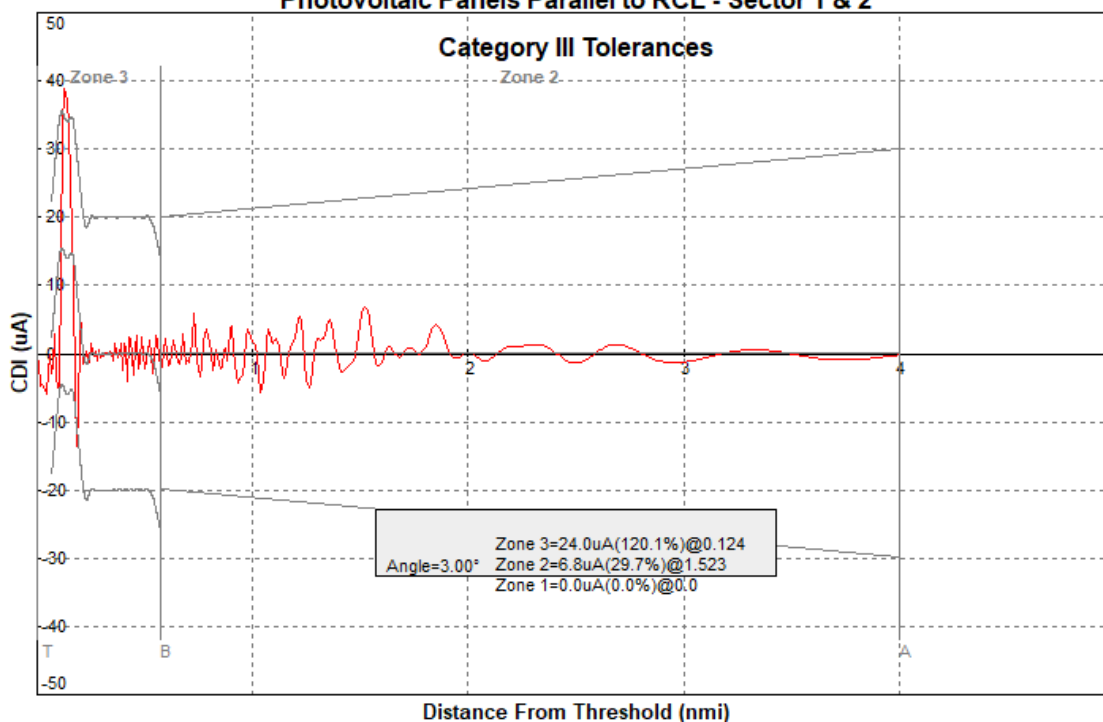
Rysunek 56 Podejście do GP 31 (CEGS) limity CAT I – panele w sektorze 1 i 2 równoległe do RCL.
Panele w sektorze 1-11 zainstalowane 200m od RCL

**Low Approach to Lotniska Szczecin - Goleniów GP 31
Photovoltaic Panels Parallel to RCL - Sector 1 & 2**



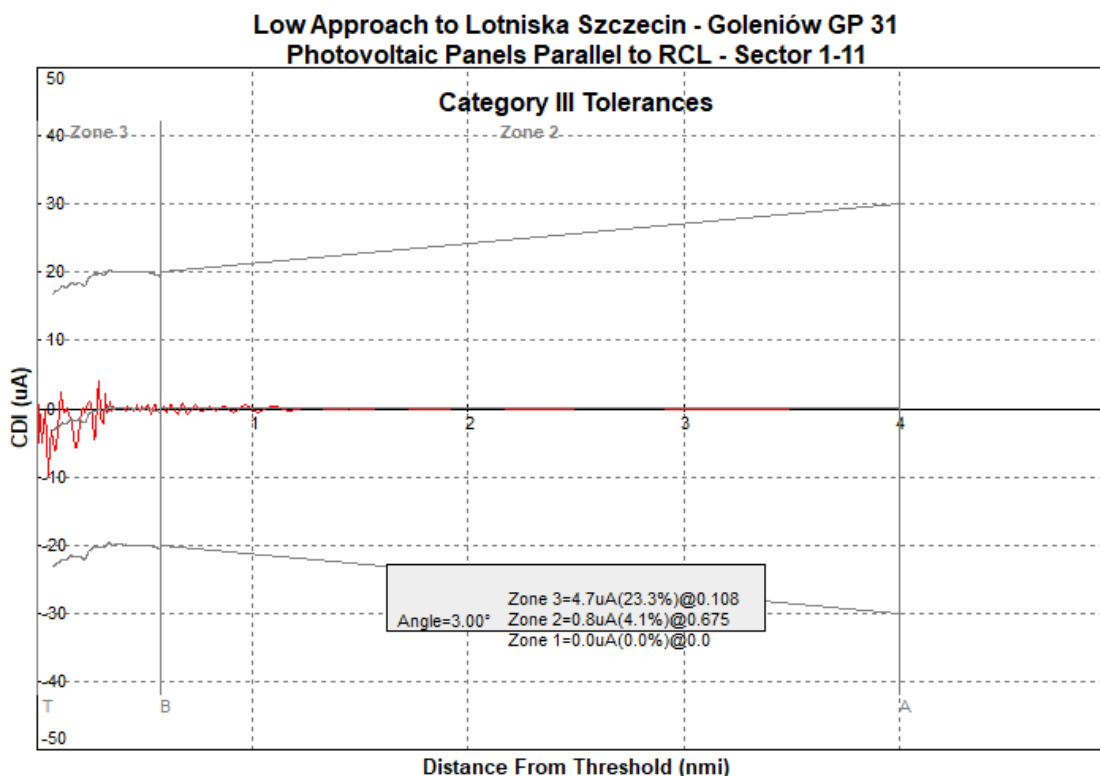
Rysunek 57 Podejście do GP 31 (CEGS) limity CAT III – panele w sektorze 1 i 2 równoległe do RCL.
Panele w sektorze 1-11 zainstalowane 200m od RCL

**Low Approach to Lotniska Szczecin - Goleniów GP 31
Photovoltaic Panels Parallel to RCL - Sector 1 & 2**



Rysunek 58 Podejście do GP 31 (CEGS) limity CAT III – panele w sektorze 1 i 2 obrócone o 10° względem RCL.
Panele w sektorze 1-11 zainstalowane 200m od RCL

Z drugiej strony, słuszne jest określenie sektorów powodujących największe zakłócenia sygnału prowadzącego radiolatarni ścieżki schodzenia GP NM3545 M-Array. Kolejne rysunki pokazują wpływ różnych sektorów na sygnały nawigacyjne.

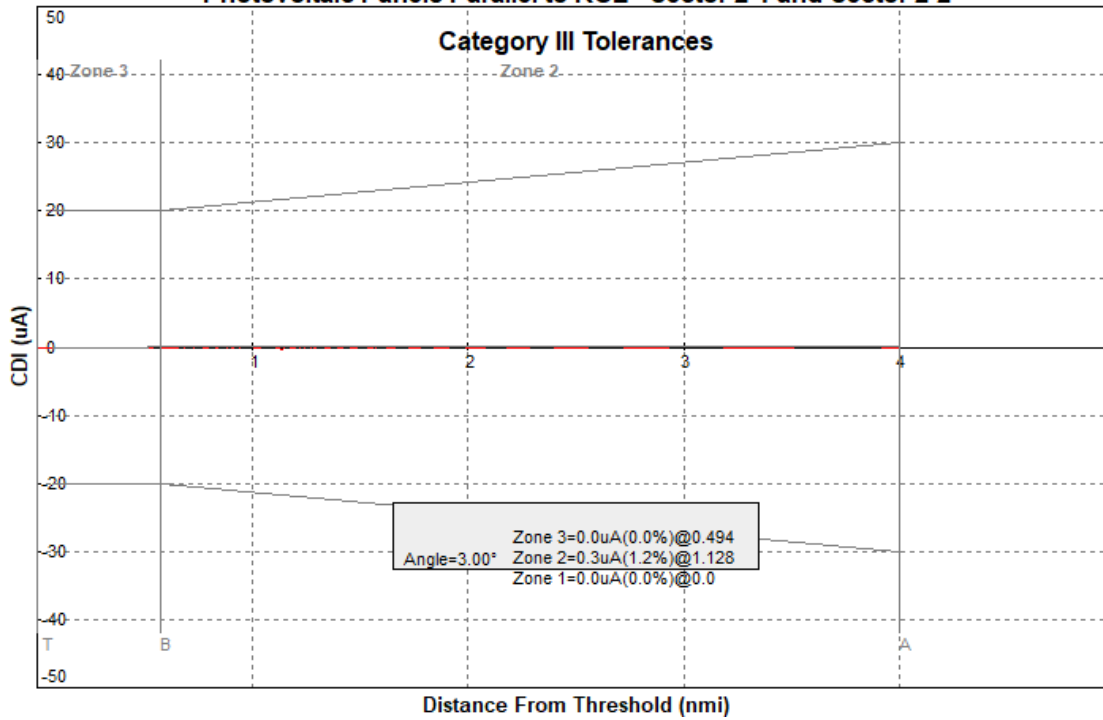


Rysunek 59 Podejście do GP 31 (CEGS) CAT limity III – wyłącznie panele sektora 1-11 równoległe do RCL

Rysunek 59 pokazuje wpływ wywołany wyłącznie przez panele w sektorze 1-11 w odległości 200m od RCL. Można zauważyć, że sektor ten wprowadza naprawdę duże zakłócenia w strefie 3, blisko progu. Panele te będą wytwarzać silne ugięcia sygnału i będą odpowiedzialne za degradację CAT II/III i inne problemy od 1 NM do punktu „B”. Jeśli panele te nie zostaną umieszczone dokładnie równoległe do RCL, zakłócenia znacząco wzrosną, w zależności od ostatecznego kąta obrotu.

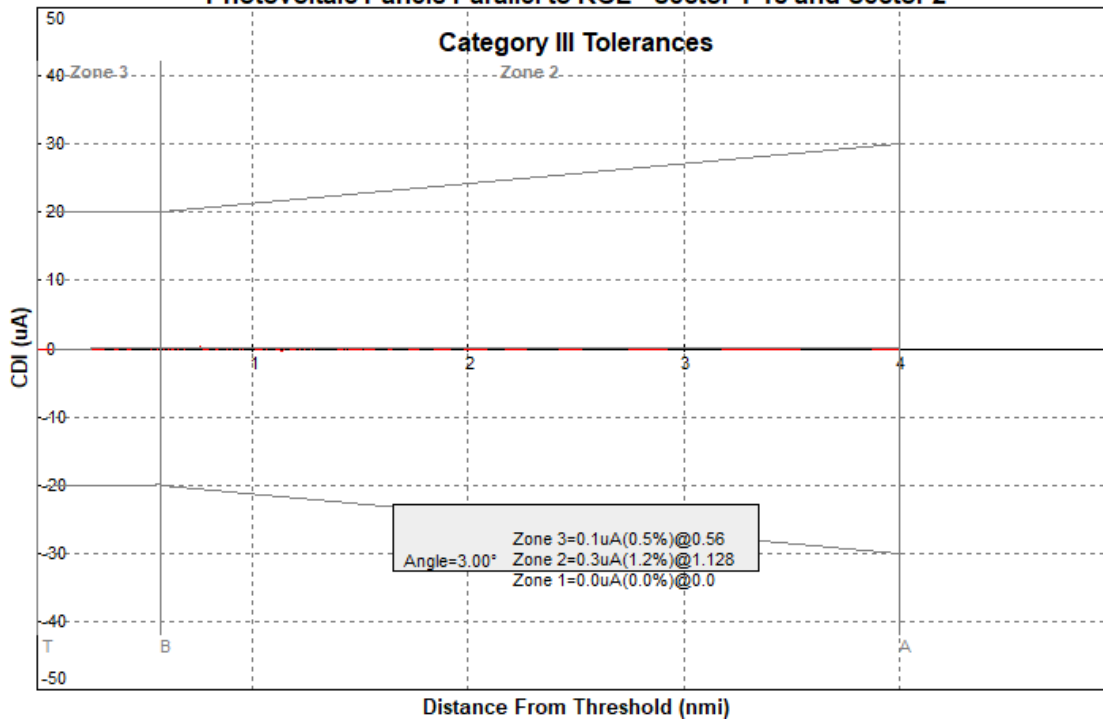
Rysunek 60 i Rysunek 61 pokazują wpływ paneli zainstalowanych po prawej stronie patrząc zgodnie z kierunkiem podejścia. Jak widać, panele te mają znikomy wpływ na sygnał, ponieważ znajdują się dalej od RCL i w większej odległości od anten GP.

**Low Approach to Lotniska Szczecin - Goleniów GP 31
Photovoltaic Panels Parallel to RCL - Sector 2-1 and Sector 2-2**



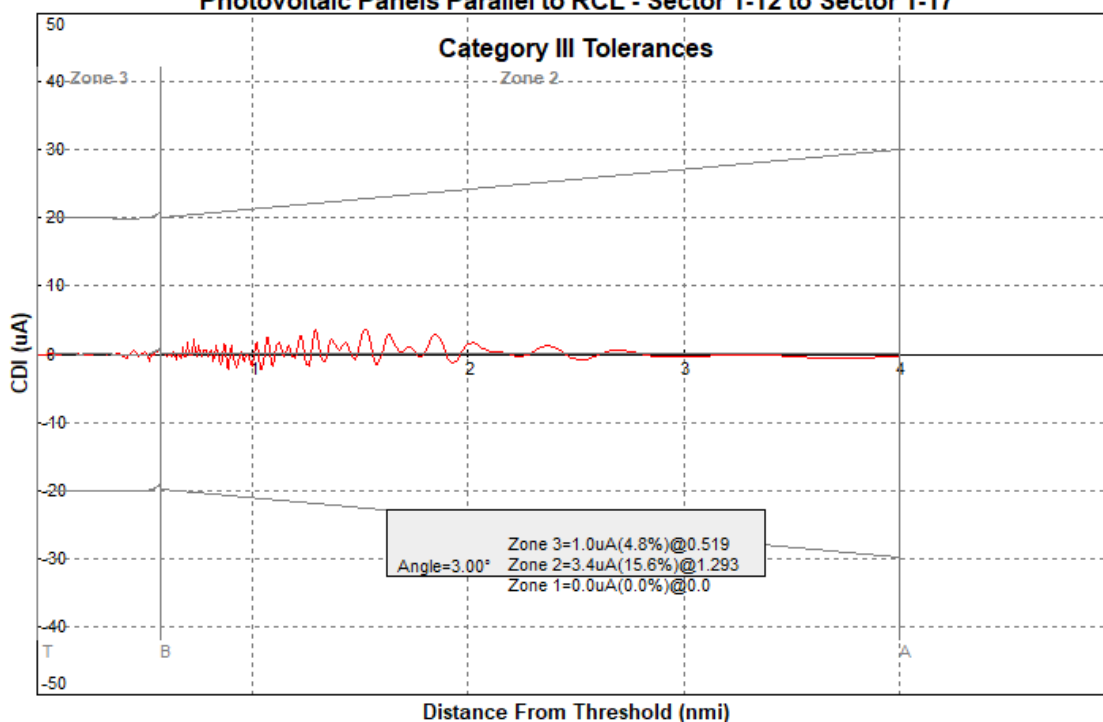
Rysunek 60 Podejście do GP 31 (CEGS) CAT limity III – wyłącznie panele sektora 2 równoległe do RCL

**Low Approach to Lotniska Szczecin - Goleniów GP 31
Photovoltaic Panels Parallel to RCL - Sector 1-18 and Sector 2**



Rysunek 61 Podejście do GP 31 (CEGS) CAT limity III – wyłącznie panele sektora 1-18 i sektora 2 równoległe do RCL

**Low Approach to Lotniska Szczecin - Goleniów GP 31
Photovoltaic Panels Parallel to RCL - Sector 1-12 to Sector 1-17**

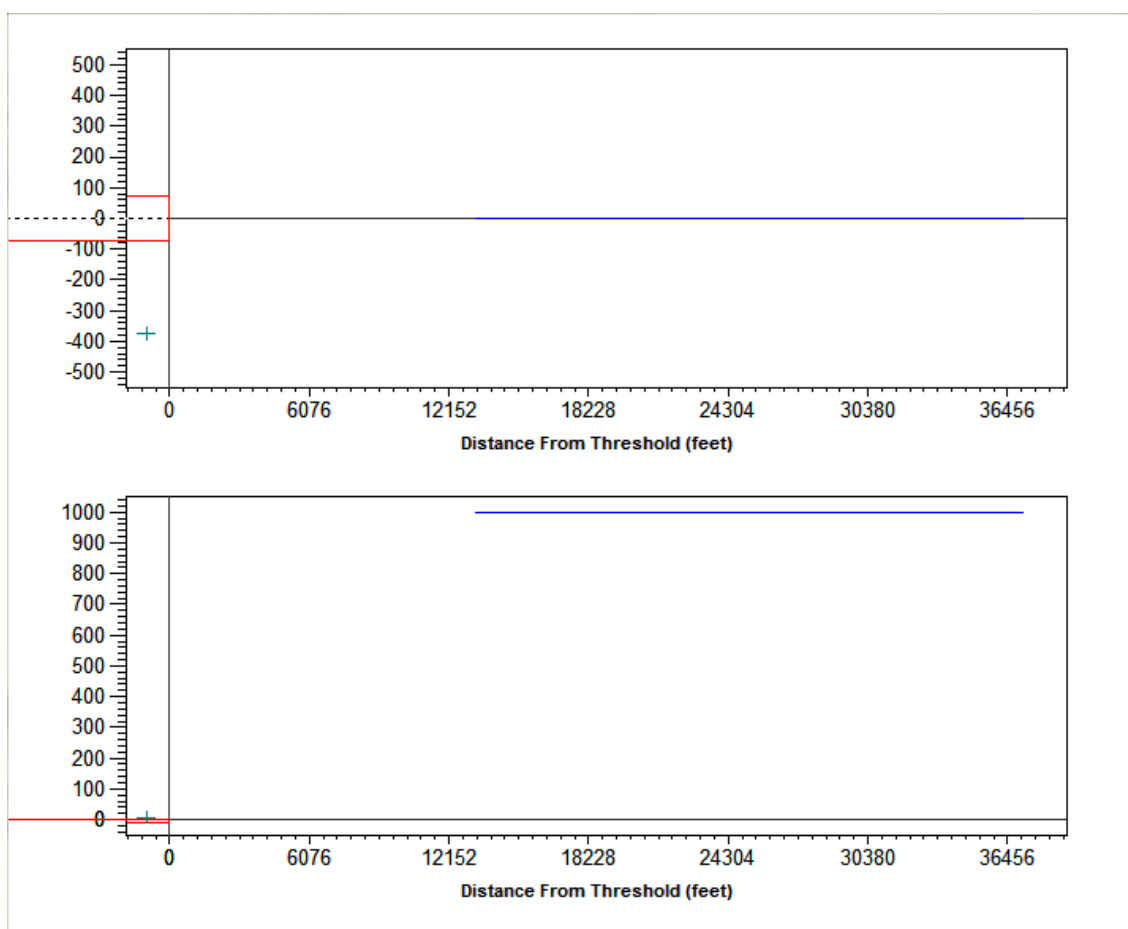


Rysunek 62 Podejście do GP 31 (CEGS) CAT limity III – wyłącznie panele od sektora 1-12 do sektora 1-17 równoległe do RCL

Pozostałe panele umieszczone po lewej stronie patrząc zgodnie z kierunkiem podejścia wprowadzają zakłócenia wzdłuż całego podejścia od 4 NM do punktu B. Wpływ paneli będzie się zmieniać w zależności od kąta obrotu względem RCL, ilości paneli i wysokości poziomu terenu. Niestety, wszystkie te panele znajdują się w obszarze wrażliwym GP, gdzie każda przeszkoda będzie wprowadzać zakłócenia większego lub mniejszego stopnia.

7.4.2 Podejście level run do GP 31

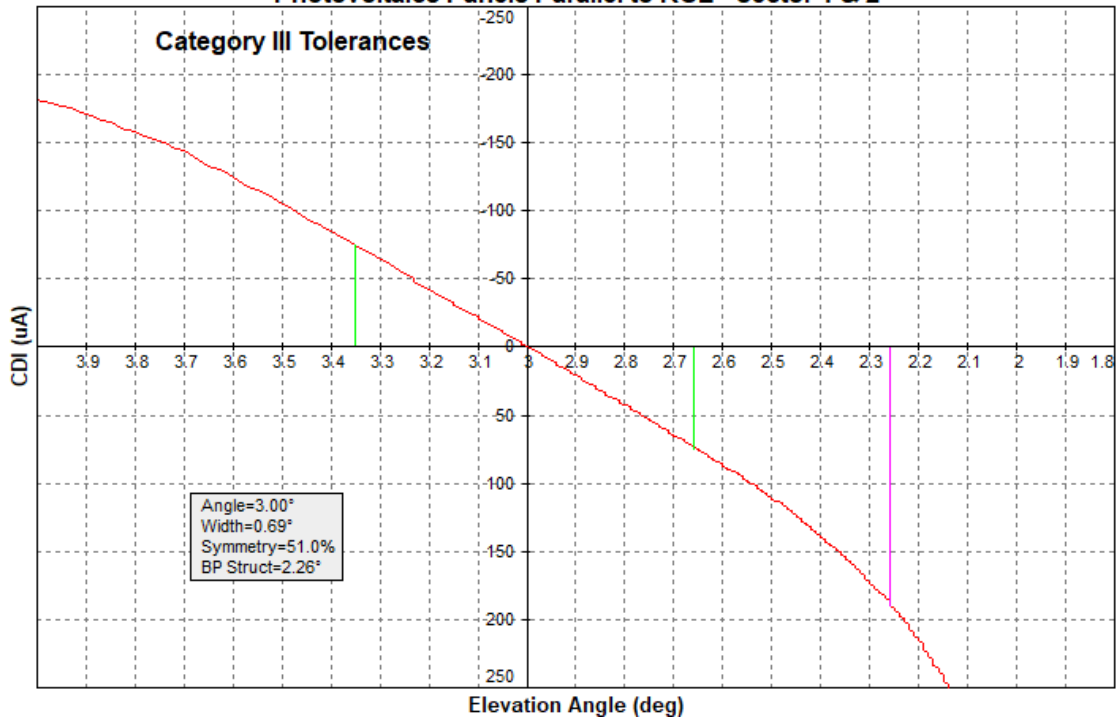
Kolejną procedurą jest podejście level run na 1000ft AGL. Analiza ta umożliwia sprawdzenie zakłóceń liniowych wewnątrz wrażliwego sektora GP. Kolejny rysunek pokazuje analizę profilu lotu:



Rysunek 63 Profil podejścia level run do GP 31

Jak widać na następnym rysunku, panele fotowoltaiczne wprowadzą pewne drgania wewnątrz sektora. Liniowość mieści się w granicach tolerancji i bardziej narażone na zakłócenia są niskie kąty.

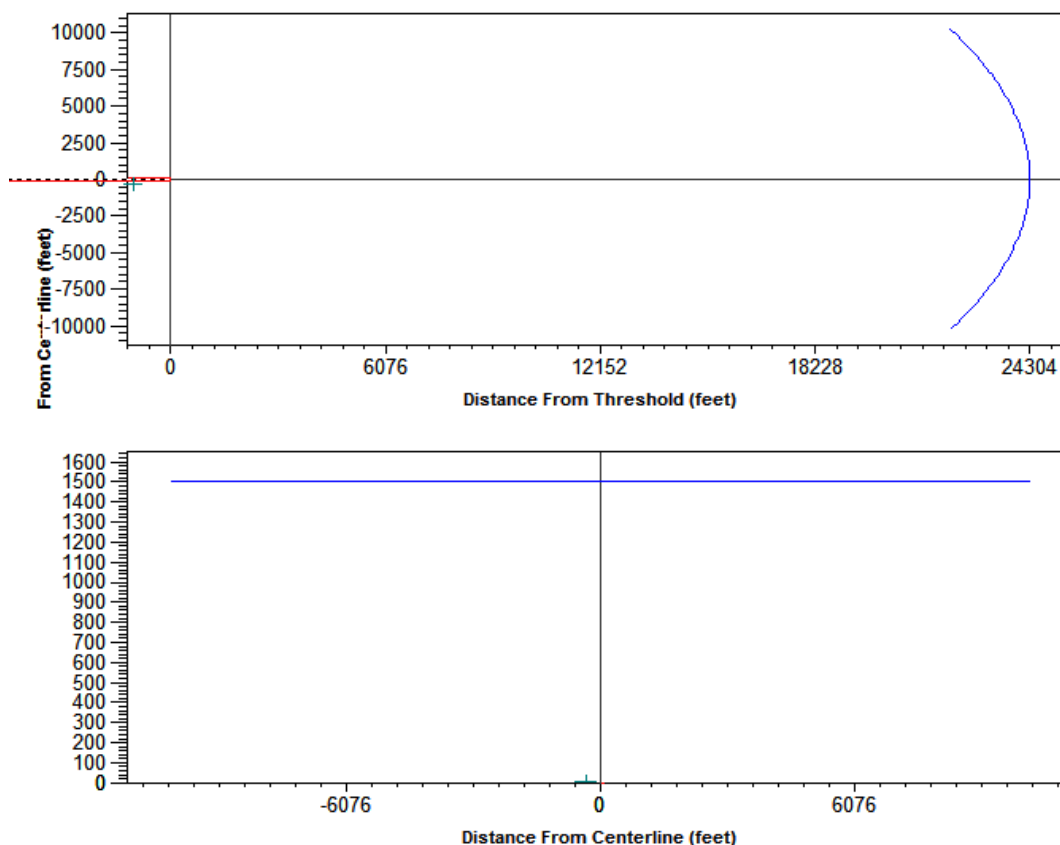
Constant Alt. Approach to Lotniska Szczecin - Goleniów GP 31
Photovoltaics Panels Parallel to RCL - Sector 1 & 2



Rysunek 64 Podejście Level Run do GP 31 (CEGS) limity CAT III – panele w sektorze 1 i sektorze 2 równoległe do RCL

7.4.3 Podejście po orbicie do GP 31

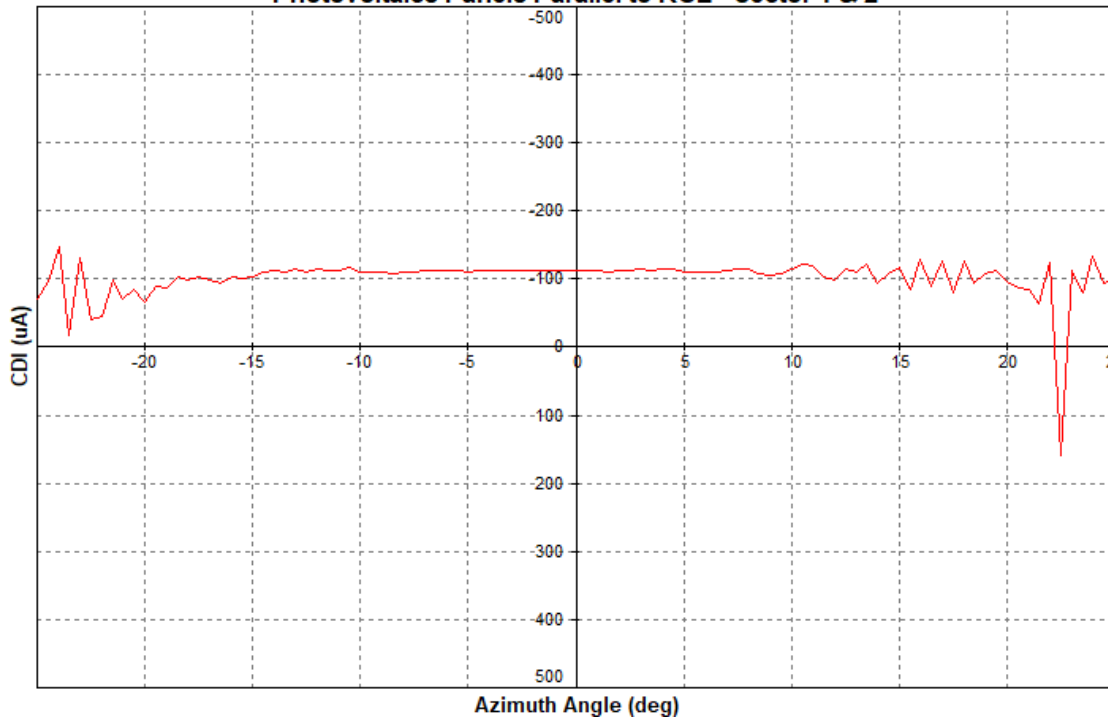
Kolejną procedurą wymaganą do przeanalizowania jest orbita około $\pm 10^\circ$ względem osi drogi startowej mierzona w odległości 4NM i 1500ft AGL. Poniższy rysunek przedstawia profil pomiarów.



Rysunek 65 Profil podejścia po orbicie do GP 31

Kolejny rysunek przedstawia zakłócenia spowodowane przez panele fotowoltaiczne. Nie widać zmian, w szczególności poza $\pm 10^\circ$. Wewnątrz $\pm 10^\circ$ występują niewielkie nierówności, co oznacza, że przy zbliżaniu z różnym przesunięciem (offset) względem RCL, mogą pojawić się pewne drgania.

**Transverse Structure to Lotniska Szczecin - Goleniów GP 31
Photovoltaics Panels Parallel to RCL - Sector 1 & 2**



Rysunek 66 GP 31 Orbita $\pm 20^\circ$ względem RCL



7.4.4 Wnioski z symulacji radiolatarni ścieżki schodzenia GP

Po przeanalizowaniu wszystkich poprzednich wyników można sformułować kolejne wnioski:

- Wszystkie panele fotowoltaiczne montowane w sektorach od 1-11 do 1-16 powodują duże zmiany w strukturze sygnału ścieżki schodzenia. Wpływ na sygnał jest niebezpieczny, ponieważ pojawia się w strefie 3, blisko progu THR i wartości zakłóceń będą poza limitem ICAO dla CAT II/III oraz blisko limitów dla CAT I.
 - Zdecydowanie zaleca się, aby nie instalować żadnych paneli przed antenami GP w obszarze około 1200 m, tak aby cały obszar wrażliwy przed GP pozostał czysty.
 - Panele fotowoltaiczne umieszczone po drugiej stronie pasa startowego, w sektorach 1-18 i sektorze 2 nie powodują znaczących zakłóceń sygnału ścieżki schodzenia. Należy wziąć również pod uwagę wnioski zawarte w części symulacji odnoszącej się do nadajnika kierunku podejścia LOC.
-



Analiza wpływu farmy fotowoltaicznej
na pracę systemu ILS lotniska Szczecin - Goleniów

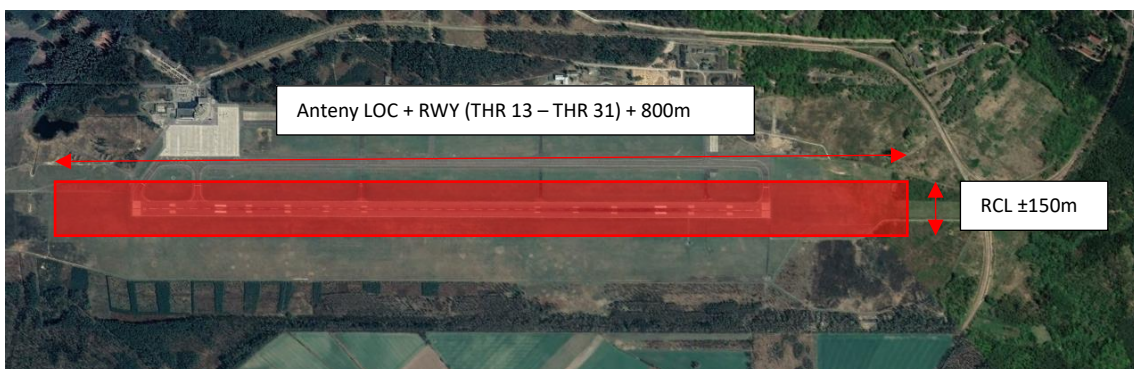
Wydanie: 1
Wersja: 0

Data: 28/07/2021
Strona: 78 / 87

7.5 Wnioski końcowe

Analizę wyników uzyskanych dla nadajnika kierunku podejścia LOC i radiolatarni ścieżki schodzenia GP 31 możemy podsumować następującymi wnioskami. Podziału obszaru lotniska na sekcje, które zostały przywołane w poniższych wnioskach, został określony w rozdziale 7.2.1.

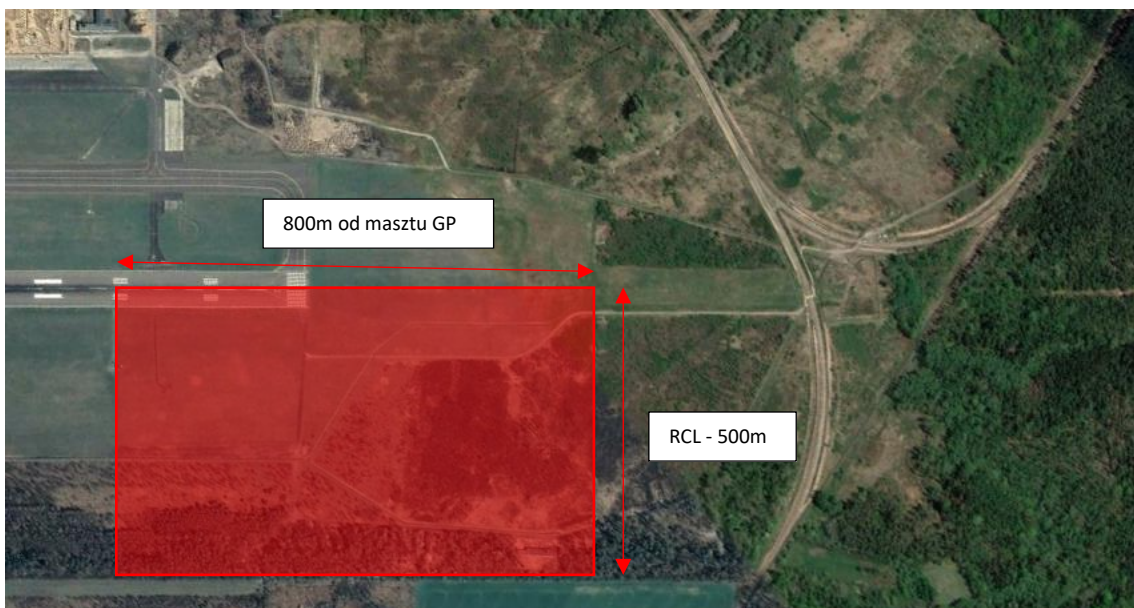
- Panele umieszczone w sektorze 3 nie mają wpływu na LOC 31 i GP 31.
 - Panele fotowoltaiczne umieszczone w sektorze 1 będą zakłócały sygnał LOC 31. Instalację paneli w sektorze 1 należy wykonać z zachowaniem odległości większej niż 200 m od osi pasa startowego (RCL), a wysokość paneli powinna być możliwie jak najniższa (Patrz: 7.1.4). Zakłócenia wynikają z szerokiego wzorca sygnału kursu, właściwego dla systemów LOC z 12-elementowym systemem antenowym. Znaczne zmniejszenie wpływu paneli na sygnał uzyska się po wymianie systemu antenowego na 16-elementowy lub 20-elementowy (Patrz: 7.3.1). Szczegółowe wnioski z analizy LOC znajdują się w rozdziale 7.3.3.
 - Panele fotowoltaiczne umieszczone w sektorach od 1-11 do 1-17 będą zakłócały sygnał GP31. Zaleca się pozostawienie sektorów od 1-11 do 1-17 czystych - bez przeszkód lotniczych. W szczególności nie należy instalować żadnych paneli w sektorach 1-11, 1-12 i 1-13. (Patrz: 7.4.1) Sektory od 1-14 do 1-17 nie mogą zawierać zbyt wielu paneli, a ich wysokość powinna być możliwie jak najniższa. Szczegółowe wnioski z analizy GP znajdują się w rozdziale 7.4.4.
 - Niezależnie od celu niniejszej analizy, jeśli lotnisko planuje wdrożyć operacje ILS w kategorii CAT II/III lub planuje dalszą rozbudowę infrastruktury lotniska, zdecydowanie zaleca się modernizację systemu antenowego ILS LOC31 z 12 - elementów do 16-elementów w celu poprawy sygnałów prowadzących i zmniejszenia obszarów wrażliwych.
-



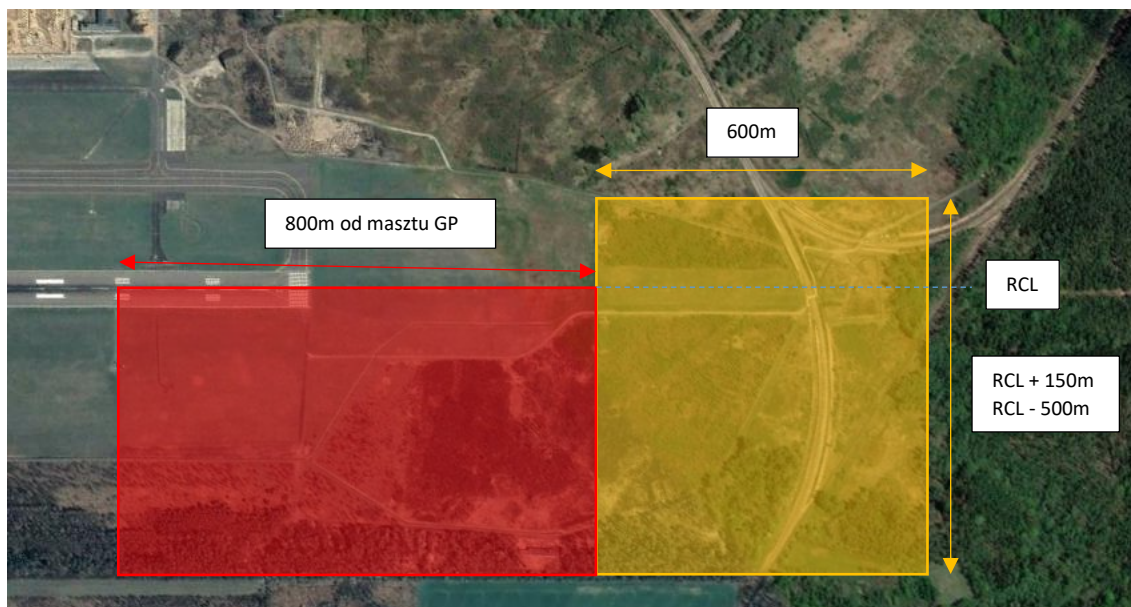
Rysunek 67 Obszary zakazane dla LOC



Rysunek 68 Obszary NIE wskazane dla LOC



Rysunek 69 Obszary zakazane dla GP



Rysunek 70 Obszary NIE wskazane dla GP

Poza powyższymi wnioskami, należy wziąć pod uwagę następujące założenia oraz specyfikę wykonania symulacji:

1. Symulacja uwzględni instalację paneli fotowoltaicznych w sposób opisany w paragrafie 5.
2. W analizie przyjęto najtrudniejsze i najbardziej odbijające sygnał materiały konstrukcyjne.
3. Analiza ta została przeprowadzona dla urządzeń wykorzystujących dwie częstotliwości LOC 31 z 12 - elementami LPDA oraz M-Array dla GP31. Ponadto dokonano oceny systemu antenowego 16-elementowego i 20-elementowego w celu wykazania znacznej poprawy sygnału przy ich zastosowaniu.



4. Pozostałe czynniki mogące mieć wpływ, takie jak zmiany ustawień urządzeń, ich strojenie, utrzymanie urządzeń oraz inne przeszkody lub budynki nie zostały wzięte pod uwagę w niniejszej analizie.

 5. Modyfikacje lub zmiany w konstrukcji paneli fotowoltaicznych lub ich rozmieszczeniu mogą wpłynąć na wyniki przedstawione w analizie. Przy wszelkich zmianach w wielkości, pozycji, wysokości, rozmieszczeniu itp. należy przeprowadzić ponowną analizę.

 6. Należy brać pod uwagę margines bezpieczeństwa ze względu na teoretyczny charakter tej analizy. Niewielkie odchylenia od uzyskanych wyników mogą się pojawić w związku z rodzajem ostatecznie wykorzystanych materiałów instalacyjnych.
-

8 Certyfikaty

8.1 Dyplom ukończenia studiów magisterskich na wydziale inżynierii lotniczej



Felipe VI, Rey de España

y en su nombre

el Rector de la Universidad de León



Considerando que, conforme a las disposiciones y circunstancias previstas por la legislación vigente,

Don Luis Francisco Salas Huertas

Nacido el día 1 de octubre de 1971, en Jaén, provincia de Jaén,
de nacionalidad española,

Ha superado en julio de 2014 los estudios conducentes al TÍTULO universitario oficial de

Graduado en Ingeniería Aeroespacial

por la Universidad de León, establecido por Acuerdo de Consejo de Ministros de 16 de diciembre de 2010
expide el presente título oficial con validez en todo el territorio nacional, que faculta al interesado para disfrutar los derechos
que a este Título otorgan las disposiciones vigentes.

Dado en León, a 29 de agosto de 2014

El interesado,



El Rector,



El Jefe del Servicio
de Gestión Académica,



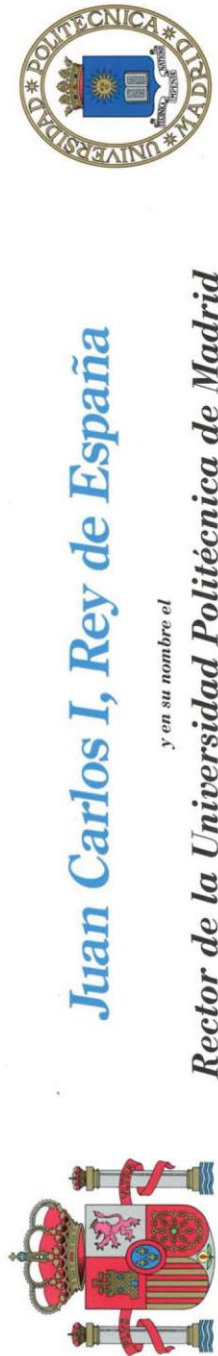
Fdo.: José Ángel Hermida Alonso

Fdo.: F. Javier de Andrés Miguel

Registro Nacional de Títulos | Código de CENTRO | Registro Universitario de Títulos
2014378234 | 24016262 | 09ING508

009A-002685

8.2 Dyplom ukończenia studiów inżynierskich na wydziale nawigacji i ruchu lotniczego



Juan Carlos I, Rey de España

y en su nombre el

Rector de la Universidad Politécnica de Madrid

Considerando que, conforme a las disposiciones y circunstancias prevenidas por la legislación vigente,

Don Luis Francisco Salas Huertas

nacido el día 1 de octubre de 1971 en Jaén, de nacionalidad española,

ha superado los estudios universitarios correspondientes organizados por la Escuela Universitaria de Ingeniería Técnica Aeronáutica, conforme a un plan de estudios aprobado por el Ministerio de Educación y Ciencia, expide el presente título universitario oficial de

Ingeniero Técnico Aeronáutico

con validez en todo el territorio nacional, que faculta al interesado para disfrutar los derechos que a este título otorgan las disposiciones vigentes.

Dado en Madrid, a 23 de septiembre de 1998

El interesado,



El Rector,



Salvador de la Plaza Pérez

El Secretario General,



Miguel Oliver Alamy

1-BB-613902

Registro Nacional de Títulos | Colegio de CENTRO | Registro Universitario de Títulos
2002/135620 | 28026742 | 41210





8.3 Certyfikat kompetencji Uniwersytetu w Ohio





8.4 Certyfikat ISO 9001:2015



BUREAU
VERITAS

Bureau Veritas Certification



Certification

Awarded to

SEA AND AIR TECHNOLOGY SL

CL AGUACATE 41 PORTAL B3 BAJO LOCAL 4 - 28054 - MADRID -
ESPAÑA

Bureau Veritas certification certifies that the Management System has been audited and
found to be in accordance with the requirements of standard:

STANDARD

ISO 9001:2015

Scope of certification:

SUPPLY, INSTALLATION, COMMISSIONING, TRAINING AND
MAINTENANCE OF SYSTEMS AND EQUIPMENT FOR AIR
NAVIGATION, MARITIME NAVIGATION AND AIRPORTS.
TECHNICAL REPORTS FOR SYSTEMS AND EQUIPMENT FOR
AIR NAVIGATION, MARITIME NAVIGATION AND AIRPORTS.

Certificate Number:	ES122051- 1
Original approval date:	17-07-2015
Certification/Renovation Audit:	16-06-2021
Expiry date of previous cycle:	16-07-2021
Effective date:	17-07-2021
Certificate expiration date:	16-07-2024

This certificate is valid, subject to the general and specific terms and conditions of certification services

Bureau Veritas Iberia S.L.
C/ Valportillo Primera 22-24, Edificio Caoba, 28108 Alcobendas - Madrid, España





8.5 Certyfikat ISO 14001:2015



BUREAU
VERITAS

Bureau Veritas Certification



Certification

Awarded to

SEA AND AIR TECHNOLOGY SL

CL AGUACATE 41 PORTAL B3 BAJO LOCAL 4 - 28054 - MADRID -
ESPAÑA

Bureau Veritas certification certifies that the Management System has been audited and
found to be in accordance with the requirements of standard:

STANDARD

ISO 14001:2015

Scope of certification:

SUPPLY, INSTALLATION, COMMISSIONING, TRAINING AND
MAINTENANCE OF SYSTEMS AND EQUIPMENT FOR AIR
NAVIGATION, MARITIME NAVIGATION AND AIRPORTS.
TECHNICAL REPORTS FOR SYSTEMS AND EQUIPMENT FOR
AIR NAVIGATION, MARITIME NAVIGATION AND AIRPORTS.

Certificate Number:	ES122050- 1
Original approval date:	17-07-2015
Certification/Renovation Audit:	16-06-2021
Expiry date of previous cycle:	16-07-2021
Effective date:	17-07-2021
Certificate expiration date:	16-07-2024

This certificate is valid, subject to the general and specific terms and conditions of certification services

Bureau Veritas Iberia S.L.
C/ Valportillo Primera 22-24, Edificio Caoba, 28108 Alcobendas - Madrid, España

