

Konceptcja gruntowej instalacji fotowoltaicznej o mocy ok. 37,6 MW

Port Lotniczy Szczecin-Goleniów

im. NSZZ Solidarność

Glewice 1a

72-100 Glewice



Zielona Góra, 05.12.2023

Spis treści

Spis treści	2
1. KONCEPCJA PRZYGOTOWANIA FARMY FOTOWOLTAICZNEJ	3
1.1. Przyłączenie do sieci elektroenergetycznej.....	4
1.2. Opis systemu monitoringu instalacji fotowoltaicznej	8
2. UZYSKI GENERACYJNE FARMY FOTOWOLTAICZNEJ	9
2.1. Uzyski generacyjne dla poszczególnych obszarów	9
2.2. Uzyski generacyjne dla całego obszaru	19
3. ZAŁĄCZNIKI.....	20

1. KONCEPCJA PRZYGOTOWANIA FARMY FOTOWOLTAICZNEJ

Jako teren do budowy gruntowej farmy fotowoltaicznej o mocy maksymalnej ok. 36,0 MW zostały wskazane działki o numerach 320402_5.0062.696/72, 320402_5.0062.696/12, 320405_2.0002.316/17, 320402_5.0062.1/1, 320402_5.0062.1/2, 320402_5.0062.696/33, będące własnością Skarbu Państwa, oddane w wieczyste użytkowanie przez PORT LOTNICZY SZCZECIN - GOLENIÓW SPÓŁKA Z OGRANICZONĄ ODPOWIEDZIALNOŚCIĄ, siedziba: Glewice 1A, 72-100 Glewice.

Energia produkowana przez farmę fotowoltaiczną zostanie w całości wykorzystana przez obiekty portu lotniczego. W przypadku niewykorzystania wyprodukowanej energii elektrycznej, zostanie sprzedana lub zmagazynowana w dedykowanych magazynach energii.

Przewiduje się zastosowanie monokrystalicznych modułów fotowoltaicznych o mocy jednostkowej ok. 550 Wp, układanych na wbijanej sześciorzędowej konstrukcji wsporczej. Konstrukcja taka charakteryzuje się wysoką wydajnością konstrukcyjną. Słupek (noga fundamentowa), wykonany ze stali o wysokiej wytrzymałości ocynkowanej galwanicznie. Część naziemna zabezpieczona powłoką magnelisową. Certyfikowany proces cynkowania zapewnia długowieczność i trwałość konstrukcji. Grubość powłoki zależy od składu chemicznego podłoża wynikającego z badania geologicznego wykonanego przez dostawcę konstrukcji wsporczej. System słupków i kotew dopasowany zostaje do lokalnych warunków geotechnicznych. Umożliwia szybki i łatwy montaż, zapewniony przez minimalną liczbę komponentów. Wysokość oraz nachylenie można regulować podczas montażu. Typowe konstrukcje systemu pozwalają na pochylenie od 5 do 30 stopni. W niniejszym opracowaniu przyjęto kąt 20 stopni.

Zaproponowano układ z okresowym zacienieniem dolnych rzędów modułów PV w okresie jesienno – zimowym. Taka technologia pozwala na dużo efektywniejsze wykorzystanie terenu (1 MWp na obszarze < 1 ha), przy niewielkiej (ok. 3-4%) utracie sumarycznej całorocznej ilości wygenerowanej energii elektrycznej.

Przewiduje się również montaż inwerterów stringowych, o mocy 125 kW każdy.

Projekt farmy PV dopuszczał będzie wolny dobór podzespołów o parametrach nie gorszych niż zaproponowane w opracowaniu oraz wykonawców elektrowni fotowoltaicznej.

Parametry równoważnych podzespołów nie mogą być gorsze niż zaproponowane w opracowaniu, a potencjalni wykonawcy powinni wykazać się stosownymi referencjami oraz zdolnością finansową do realizacji tej wielkości inwestycji.

Projektowana gruntowa farma fotowoltaiczna nie będzie negatywnie wpływać na środowisko naturalne i nie będzie wносить zagrożenia dla higieny i zdrowia użytkowników i ich otoczenia. Nie przewiduje się emisji szkodliwych substancji do środowiska naturalnego podczas użytkowania obiektu.

Teren elektrowni PV zostanie ogrodzony ogrodzeniem z siatki stalowej, umożliwiające migrację małych zwierząt. Elektrownia będzie monitorowana kamerami wysokiej rozdzielczości, z inteligentną analizą obrazu (zwierzęta nie wzbudzają alarmu).

Instalacja fotowoltaiczna powinna zostać wyposażona w system monitoringu oraz dedykowaną stację pogodową.

Dokumentacja projektowa musi zostać zaopiniowana przez rzeczoznawcę p.poż zgodnie z obowiązującym stanem prawny oraz zgłoszona do stosownej jednostki PSP w Goleniowie.

1.1. Przyłączenie do sieci elektroenergetycznej

1.1.1. Założenia podstawowe

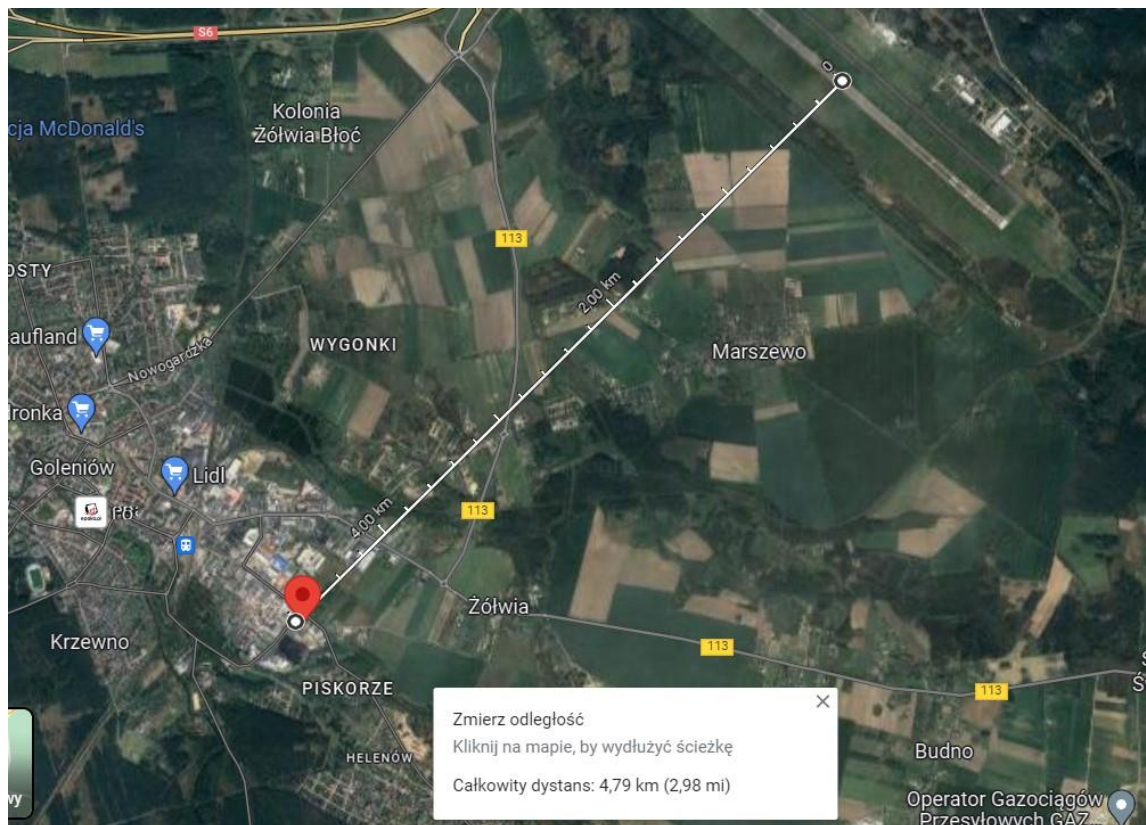
Zakłada się, że sposób przyłączenia elektrowni fotowoltaicznej do wewnętrznej sieci elektroenergetycznej zakładu powinien zapewnić maksymalne wykorzystanie energii wygenerowanej z elektrowni fotowoltaicznej na potrzeby własne zakładu nadwyżki przeznaczone zostaną do sprzedaży lub zmagazynowania w dedykowanych magazynach energii.

Zakłada się wprowadzenie energii wyprodukowanej do zewnętrznej stacji energetycznej GPZ GOLENIÓW lub GPZ Nowogard.

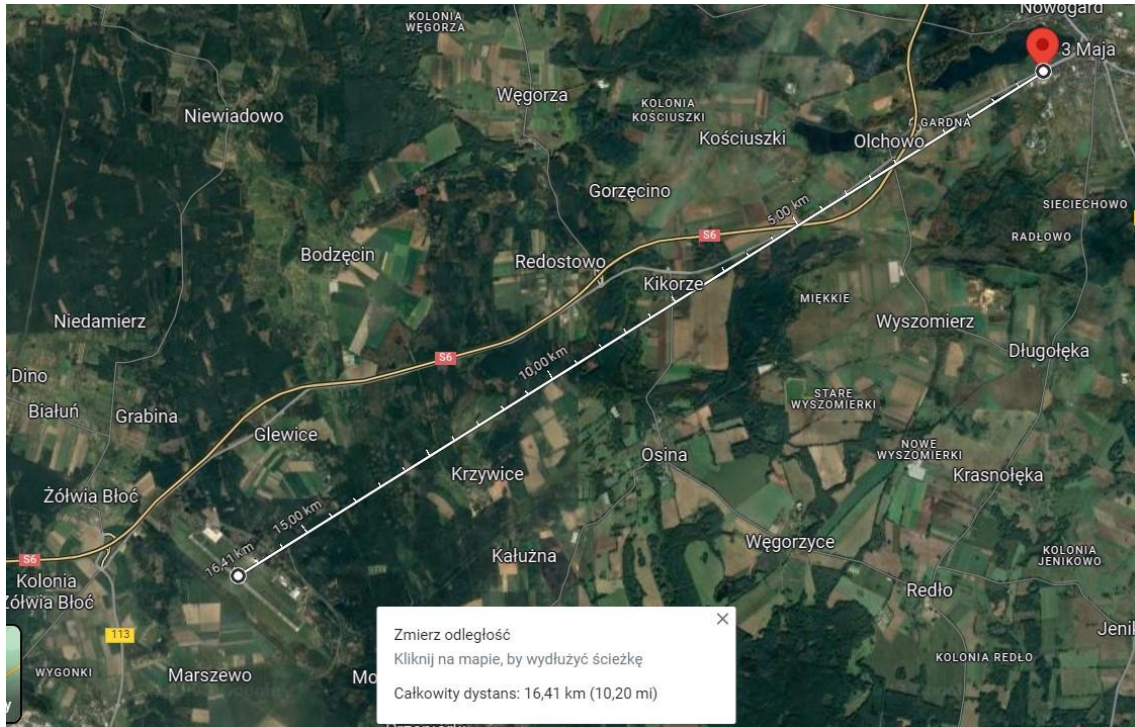
1.1.2. Sieć elektroenergetyczna lotniska – stan istniejący

Infrastruktura lotniska zasilana jest trzema liniami SN o napięciu 15 kV:

Główna linia kablowa nr 306 ze stacji GPZ GOLENIÓW o mocy przyłączeniowej 450 kW.



Druga linia napowietrzna nr 130 ze stacji GPZ Nowogard o mocy przyłączeniowej 260 kW.



Trzecia linia SN – linia rezerwowa.

Linie te wprowadzone są do rozdzielni głównej. Z rozdzielni głównej zasilane są podstacje rozlokowane na terenie Portu Lotniczego.

1.1.3. Elektrownia PV główna

Zakłada się wybudowanie elektrowni fotowoltaicznej o sumarycznej mocy wytwórczej ok. 37,62 MW (moc zoptymalizowana dla współpracy z inwerterami). Moc zainstalowana modułów fotowoltaicznych powinna wynosić ok. 43,431 MWp plus powierzchnia dachów na terminalu ok. 4900 m².

Na terenie lotniska zostały wyznaczone 4 obszary przeznaczone pod budowę instalacji fotowoltaicznych o łącznym obszarze 37,5 ha.

Obszar nr 1 – powierzchnia 17,2 ha wzdłuż pasa startowego, od strony południowo-zachodniej

Obszar nr 2 – powierzchnia 6,7 ha od początku pasa startowego, od strony południowo-wschodniej

Obszar nr 3a – powierzchnia 1,3 ha od początku pasa startowego, od strony południowo-wschodniej

Obszar nr 3b – powierzchnia 12,3 ha od początku pasa startowego, od strony południowo-wschodniej

Obszar nr 4 – dachy terminala powierzchnia ok. 4 900 m²

Obszar nr 5 – grunt przy budynku Lotniskowej Służby Ratowniczo - Gaśniczej

Struktura generatora PV podzielona na 4 pola generacyjnych (1, 2, 3a i 3b) pracujących na dedykowane stacje transformatorowe stację nN/SN.

Generator PV nr 4 (dachowy) pracuje na sieć wewnętrzną Terminala.

Generator PV nr 5 (gruntowy) zasila budynek Lotniskowej Służby Ratowniczo – Gaśniczej oraz kotłownię wyposażoną w pompy ciepła. Nadwyżki energii zostaną zmagazynowane w dedykowanym dla tej instalacji magazynie energii.

Z uwagi na wielkość dostępnego terenu pod zabudowę paneli proponuje się dostosować wielkość pola generacyjnego (ilość modułów PV) do maksymalnej mocy zainstalowanych inwerterów – czyli 301 x 125kW.

Niniejszą koncepcję techniczną oparto o następujące główne podzespoły:

- Panele PV: LR5-72 HPH 550 M G2 (0,55kWp) firmy np. LONGI Solar lub PhonoSolar
- Inwertery: SG125CX firmy Sungrow Power Supply Co., Ltd.

1.1.4. Instalacje PV dodatkowe

Jako instalacje dedykowane do zasilania konkretnych obiektów i urządzeń zaproponowano dwa generatory PV:

Obszar nr 4 – dachy terminala powierzchnia ok. 4 900 m²

Obszar nr 5 – grunt przy budynku Lotniskowej Służby Ratowniczo - Gaśniczej

Generator PV nr 4 (dachowy) pracuje na sieć wewnętrzną Terminala (ewentualne nadwyżki energii będą magazynowane w dedykowanym magazynie energii).

Generator PV nr 5 (gruntowy) zasila budynek Lotniskowej Służby Ratowniczo – Gaśniczej oraz kotłownię wyposażoną w pompy ciepła. Nadwyżki energii zostaną zmagazynowane w dedykowanym dla tej instalacji magazynie energii.

1.1.5. Układ Wyprowadzenia Mocy

- a) Wyprodukowana energia elektryczna z poszczególnych inwerterów zlokalizowanych na konstrukcji wsporczej stołów pół generacyjnych będzie przesyłana do rozdzielnic nN znajdujących się w budynku prefabrykowanej stacji transformatorowej. Przewiduje się stację dwutransformatorową 0,4/15 kV we wnętrzu której zabudowane będą transformatory 1250kVA, rozdzielnice nN, rozdzielnica SN oraz niezbędna infrastruktura komunikacyjna.
- b) W każdej dwutransformatorowej stacji zabudowana będzie 5-polowa rozdzielnica średniego napięcia:
 - 2x pole transformatorowe z rozłącznikiem z bezpiecznikami
 - 1x pole pomiarowe
 - 2x pola liniowe z rozłącznikami

Proponuje się układ wyprowadzenia mocy w strukturze pierścieniowej umożliwiający różne konfiguracje oddawania mocy.

Proponuje się zastosowanie automatyki z funkcją blokad lub innych środków bezpieczeństwa realizowanych zgodnie z wytycznymi zawartymi w Warunkach Technicznych Przyłączenia wydanych przez Enea Operator.

Do wyprowadzenia mocy przewidziano kable ziemne aluminiowe z żyłą powrotną. Przekroje kabli zostaną określone w projekcie technicznym.

- c) W niniejszej koncepcji przyjęto, że linia kablowa 15 kV wprowadzona zostanie na transformatory poprzez rozłącznik a następnie rozłącznik z bezpiecznikami. Funkcję zabezpieczenia kabli przejmie wyłącznik w polu rozdzielni SN-15kV. Należy rozważyć możliwość zaimplementowania zabezpieczenia umożliwiającego korzystnie z kilku nastaw zmienianych dynamicznie wraz ze zmianą konfiguracji struktury połączeń. W przypadku rekomendacji Inwestora istnieje możliwość zabudowy wyłączników w polach liniowych rozdzielnic 15 kV w budynkach stacji transformatorowych z dynamicznym dostosowaniem parametrów i wzajemnych blokad.
- d) Równolegle z kablami SN zostanie ułożona kanalizacja teletechniczna.
- e) Pomiar energii wprowadzonej do sieci elektroenergetycznej zakładu:
- pola pomiarowe rozdzielnic SN w stacjach transformatorowych.

Proponowaną lokalizację stacji transformatorowej oraz trasę linii kablowej 15 kV przedstawiono na rysunku w załączniku 1.

1.1.6. Stacja transformatorowa

- a) Stacja 0,4/15 kV kontenerowa dwutransformatorowa z transformatorami o mocy 1250 kVA oraz rozdzielnicami nN 2kA.
- b) Kontener monolityczny betonowy z przedziałem kablowym, komorami transformatorowymi oraz przedziałem dla rozdzielnic 0,4 kV i urządzeń łączności. Stacja transformatorowa musi posiadać monolityczny fundament piwniczny pod całym budynkiem. Stosować przepusty kablowe odporne na wnikanie wody.
- c) Transformatory żywiczne lub olejowe 0,4/15kV o mocy 1,25 MVA
- d) Rozdzielnica nN jednosekcyjna
- Pola liniowe inwerterów – rozłączniki bezpiecznikowe listwowe NH2 z układem kontroli przepalenia wkładki.
 - Pola rezerwowe – 4 pola rezerwowe 400A na podłączenie magazynów energii
 - Pole transformatorowe – wyłącznik z zestawem zabezpieczeń i wyzwalaczem wzrostowym
 - W polu transformatora: pomiar napięcia, prądu, mocy i energii. Schemat stacji transformatorowej dołączono w załączniku 2.
- e) Rozdzielnica 15 kV w stacji transformatorowej o konfiguracji:

- Jednoszynowa, jednosekcyjna w izolacji powietrznej
- Pola linowe – rozłącznik z uziemnikiem
- Pola transformatorowe – rozłącznik z bezpiecznikami z uziemnikiem.

1.1.7. Linie kablowe 15 kV

Od stacji transformatorowych przewiduje się budowę linii kablowych 15 kV. W wykopie z kablami 15 kV, przy zachowaniu wymaganych odległości, ułożyć kanalizację światłowodową. Planowaną trasę linii kablowej pokazano na rysunku w załączniku 2.

Sumaryczny spadek napięcia w najmniej korzystnej konfiguracji pracy nie powinien przekroczyć 0,35%.

1.1.7. Współpraca z magazynem energii

W przypadku farmy PV o mocy 43,431 MWp magazyny energii są zalecane gdyż zużycie energii na potrzeby własne lotniska jest o wiele mniejsze niż produkcja farmy PV. Magazyny energii pozwalają na zmagazynowanie nadwyżek wyprodukowanej energii, na którą na daną chwilę nie ma zapotrzebowania na rynku. Dodatkowo cena energii w „piku produkcyjnym” farm fotowoltaicznych jest dużo niższa niż podczas dolin produkcyjnych. Pozwala to sprzedać energię elektryczną po dużo wyższej cenie, co znacznie podwyższa efekt ekonomiczny dla całej elektrowni fotowoltaicznej.

Jeżeli farma PV zostanie rozbudowana do mocy 43,43 MWp zakłada się możliwość podłączenia magazynów energii – ich docelowa ilość zostanie dobrana na podstawie co najmniej rocznej eksploatacji elektrowni po określeniu jej charakterystycznych parametrów pracy z uwzględnieniem wielkości nadprodukcji energii w okresie generacji szczytowych w zestawieniu z aktualnym obciążeniem infrastruktury lotniska.

Struktura pól generacyjnych zostanie zaprojektowana z uwzględnieniem współpracy z magazynami energii. Założono współpracę z produktem firmy Elmech-ASE występującym w formie zamkniętej w kontenerze morskim typu 40 stopowym. Magazyny Elmech-ASE przewidziane są do współpracy z siecią przy napięciu 0,4kV stąd koncepcja pola generacyjnego w architekturze 0,4kV.

1.2. Opis systemu monitoringu instalacji fotowoltaicznej

Opis systemu sterowania, wizualizacji i nadzoru SCADA OpenEye dla fotowoltaiki

OpenEye SCADA dla fotowoltaiki jest narzędziem, które umożliwia monitoring farm fotowoltaicznych. System zapewnia sprawności techniczną oraz efektywność energetyczną elektrowni fotowoltaicznej.

System SCADA OpenEye dla fotowoltaiki pobiera, przetwarza i przechowuje informacje ze wszystkich kluczowych komponentów farmy fotowoltaicznej w czasie rzeczywistym. Dane pozyskiwane są z maksymalną częstotliwością i precyzją.

System zapewnia:

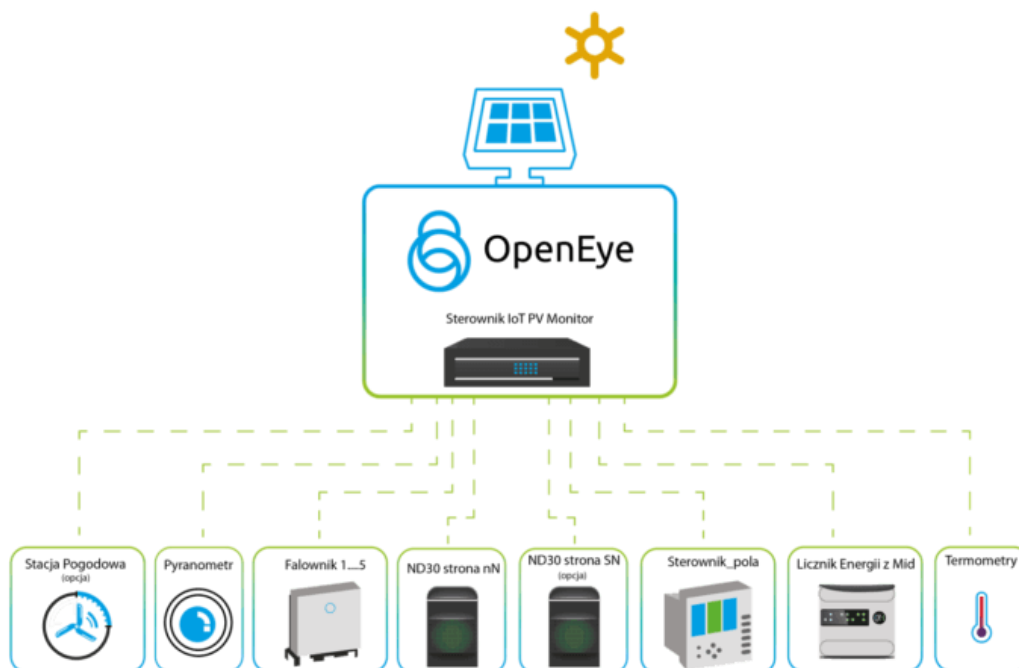
- Zwiększenie efektywności produkcji energii
- Monitorowanie parametrów ilościowych i jakościowych produkcji energii elektrycznej.
- Zmniejszenie kosztów utrzymania
- Precyzyjna diagnostyka pracy elektrowni PV

- Monitorowanie SLA elektrowni oraz jej elementów składowych
- Wsparcie egzekwowania należnych świadczeń gwarancyjnych

Zaawansowane możliwości OpenEye SCADA są możliwe dzięki zastosowaniu sterownika przemysłowego IoT PV Monitor, technologii Internetu rzeczy.

Dodatkowo nowoczesne technologicznie mechanizmy OpenEye SCADA pozwalają na wykorzystanie potencjału gromadzonych informacji poprzez implementację algorytmów prognostycznych w obszarze produkcji energii oraz planowania działań serwisowych i utrzymaniowych elektrowni.

SCADA OpenEye – integracja komponentów



2. UZYSKI GENERACYJNE FARMY FOTOWOLTAICZNEJ

2.1. Uzyski generacyjne dla poszczególnych obszarów

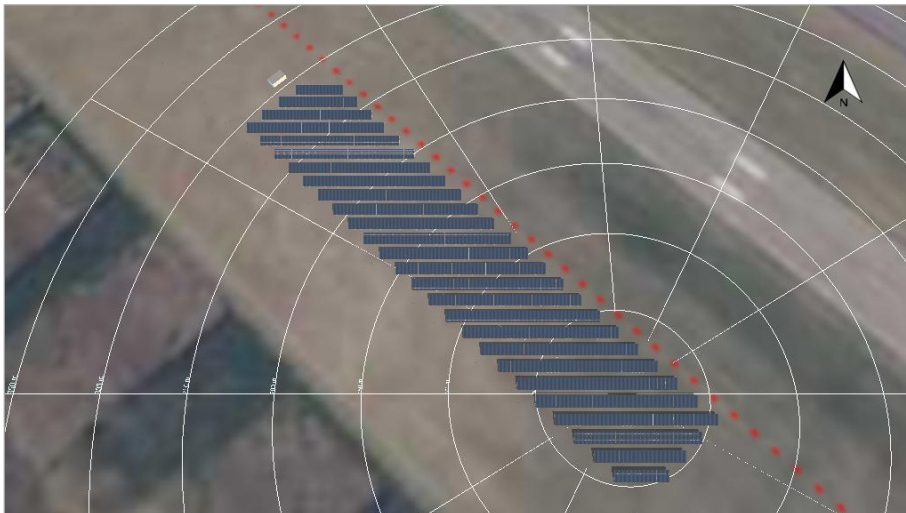
Prognoza generacji energii elektrycznej dla poszczególnych obszarów:

Obszar nr 1 – powierzchnia 17,2 ha wzdłuż pasa startowego, od strony południowo-zachodniej

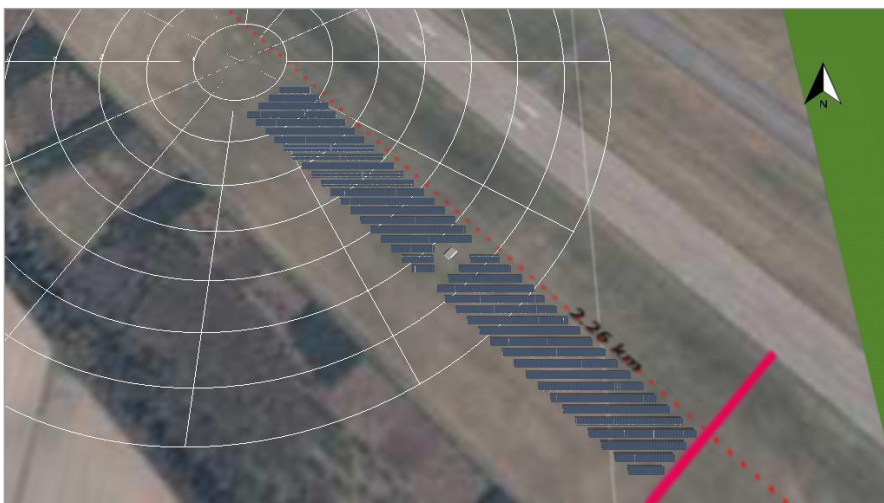
Pole A

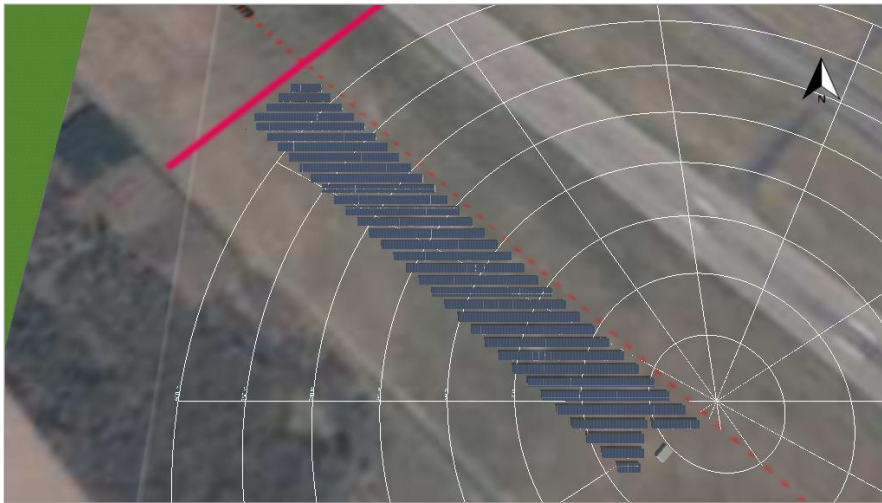
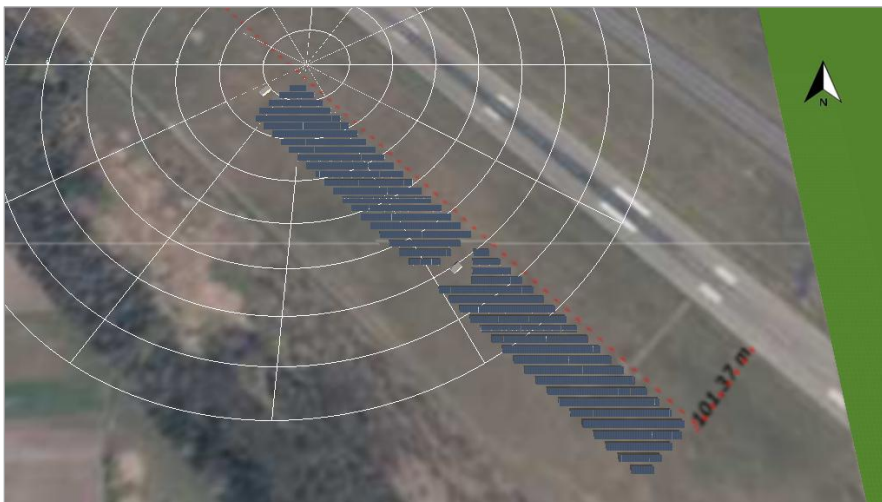


Pole B

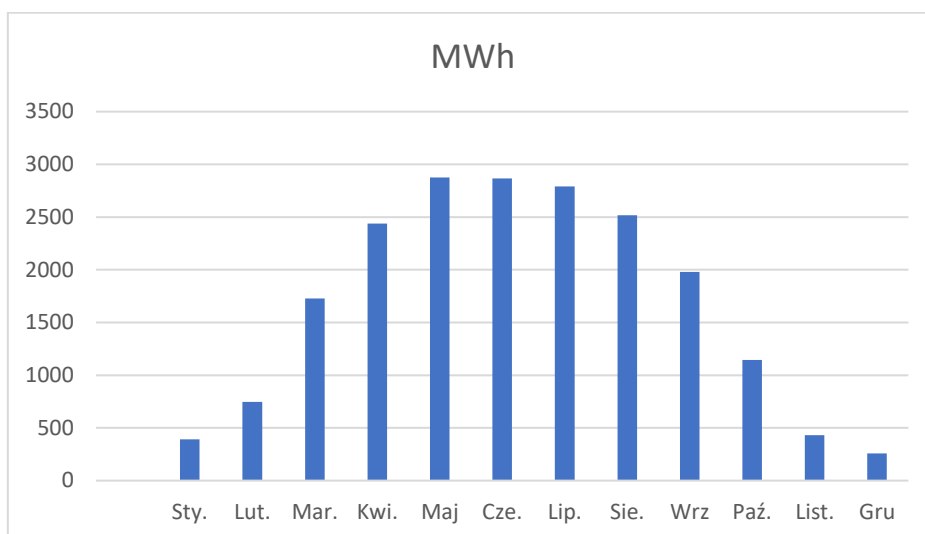


Pole C



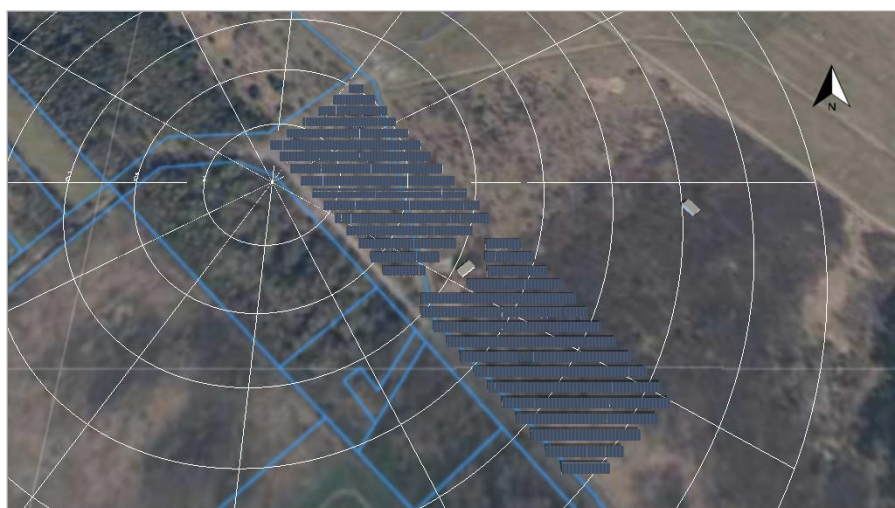
Pole D

Pole E


LP	Obszar	kWp	ilość modułów szt	powierzchnia pv modułów	powierzchnia zabudowy	ilość inwerterów	emisja CO ₂ której udało się uniknąć w tona/rok	uzyski MWh/rok
			LONGI 550		współczynnik	SUNGROW		
			0,55		0,94	SG 125 CX		
1	POLE A	3098,70	5634	14554	13680,76	21	1 902,25	3 170,97
2	POLE B	3085,50	5610	14492	13622,48	22	1 895,07	3 159,03
3	POLE C	4603,50	8370	21621,8	20324,492	31	4 714,68	4 727,54
4	POLE D	3963,30	7206	18614,9	17498,006	27	2 438,80	4 065,38
5	POLE E	4913,70	8934	23078,8	21694,072	34	3 026,13	5 044,43
6	RAZEM	19 664,70	35 754,00	92 361,50	86 819,81	135	13 976,93	20 167,35



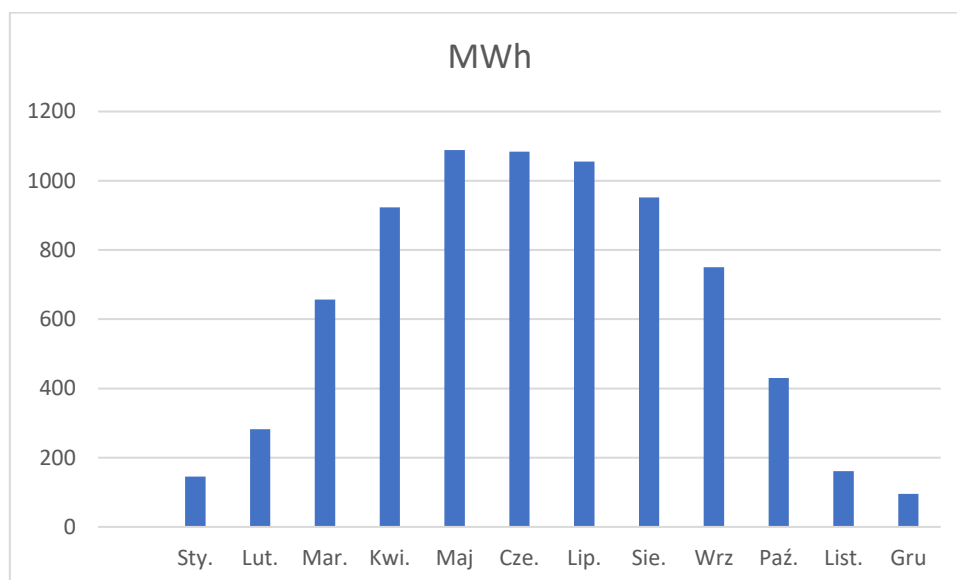
Obszar nr 2 – powierzchnia 6,7 ha od początku pasa startowego, od strony południowo-wschodniej

Pole A



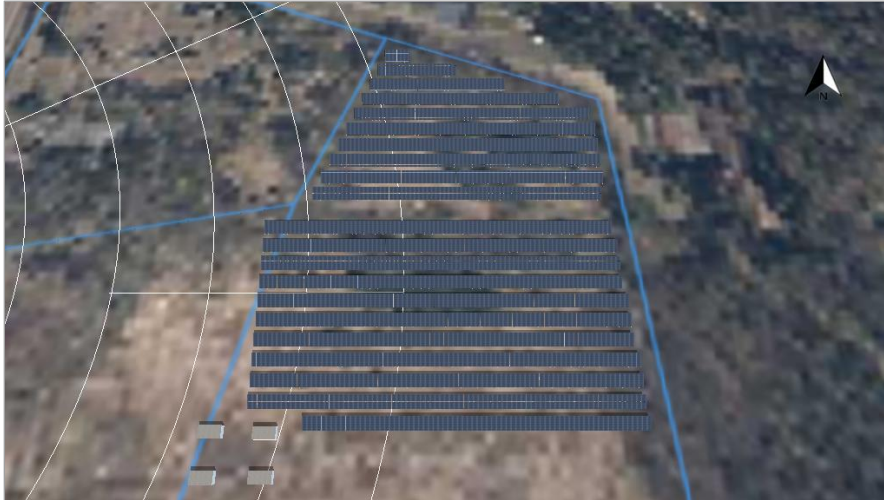
Pole B


INSTALACJE FOTOWOLTAICZNE GOLENIÓW POLE 6,7 ha								
LP	Obszar	kWp	ilość modułów szt	powierzchnia pv modułów	powierzchnia zabudowy	ilość inwerterów	emisja CO ₂ której udało się uniknąć w tona/rok	uzyski MWh/rok
			LONGI 550		współczynnik	SUNGROW		
			0,55		0,94	SG 125 CX		
1	POLE A	3696,00	6720	17 359,50	16317,93	26	2 270,10	3 784,18
2	POLE B	3752,10	6822	17 622,00	16564,68	26	2 304,01	3 840,69
3	RAZEM	7 448,10	13 542,00	34 981,50	32 882,61	52	4 574,11	7 624,87

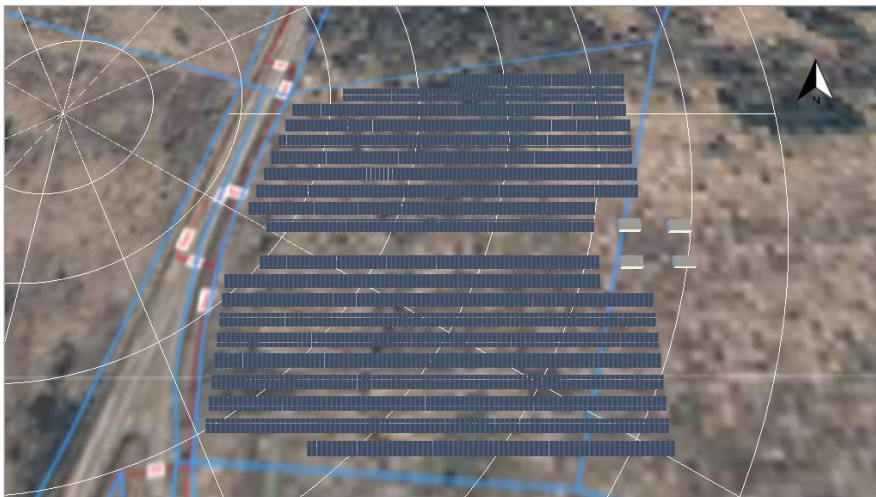


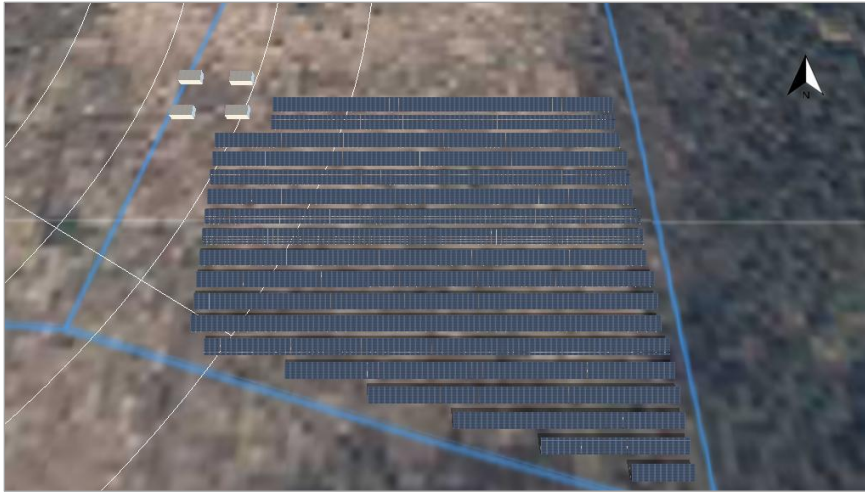
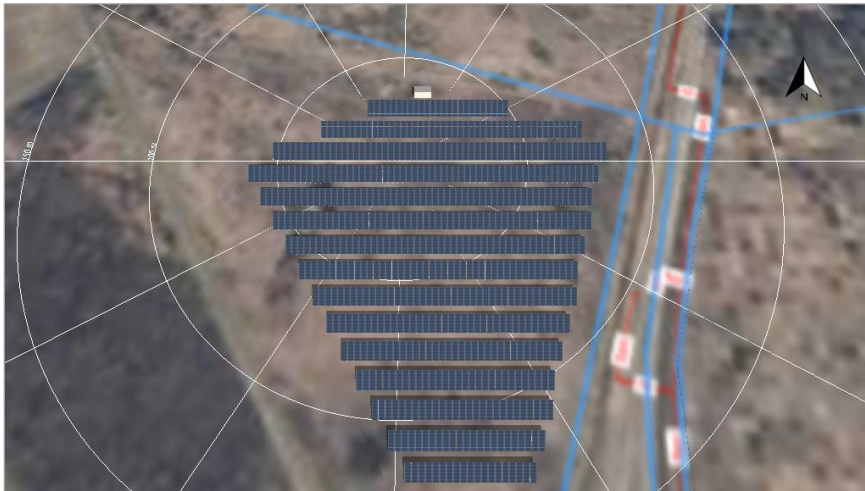
Obszar nr 3a i 3b – powierzchnia 1,3 ha + 12,3 ha od początku pasa startowego, od strony południowo-wschodniej

Pole A

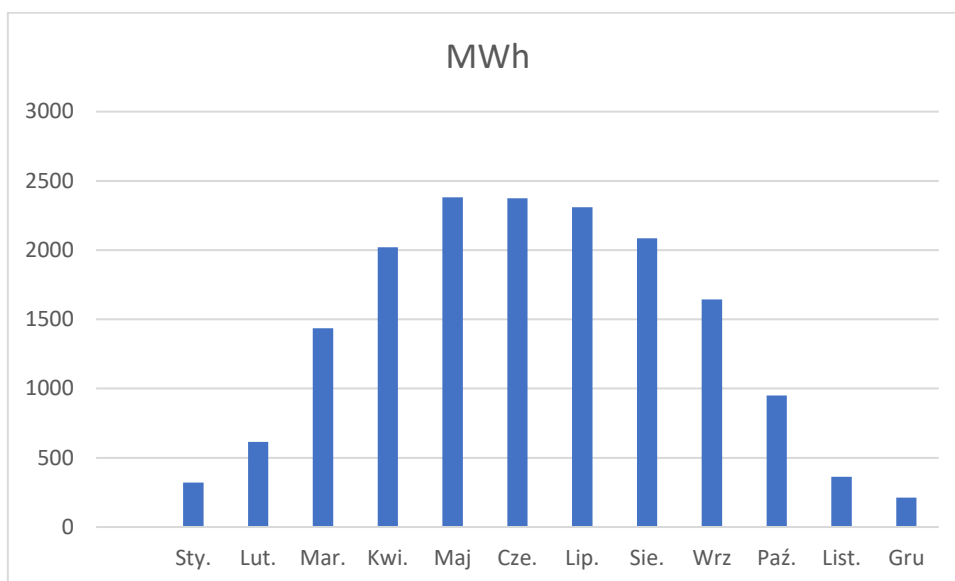


Pole B



Pole C

Pole D


INSTALACJE FOTOWOLTAICZNE GOLENIÓW POLE 12,3 ha + 1,3 ha								
LP	inwestycja	kWp	ilość modułów szt	powierzchnia pv modułów	powierzchnia zabudowy	ilość inwerterów	emisja CO ₂ której udało się uniknąć	uzyski
	NR DZIAŁKI		LONGI 550		współczynnik	SUNGROW	w kg/rok	kWh/rok
			0,55		0,94	SG 125 CX		
1	POLE A	4557,80	8286	21404,8	20120,512	32	2 801,15	4 669,42
2	POLE B	5458,20	9924	25636,2	24098,028	38	3 359,46	5 600,10
3	POLE C	4306,50	7830	20226,9	19013,286	30	2 644,07	4 407,56
4	POLE D	1996,50	3630	9377,2	8814,568	14	1 218,25	2 030,78
5		16 319,00	29 670,00	76 645,10	72 046,39	114	10 022,93	16 707,86



Obszar nr 4 – dachy terminala powierzchnia ok. 4 900 m²

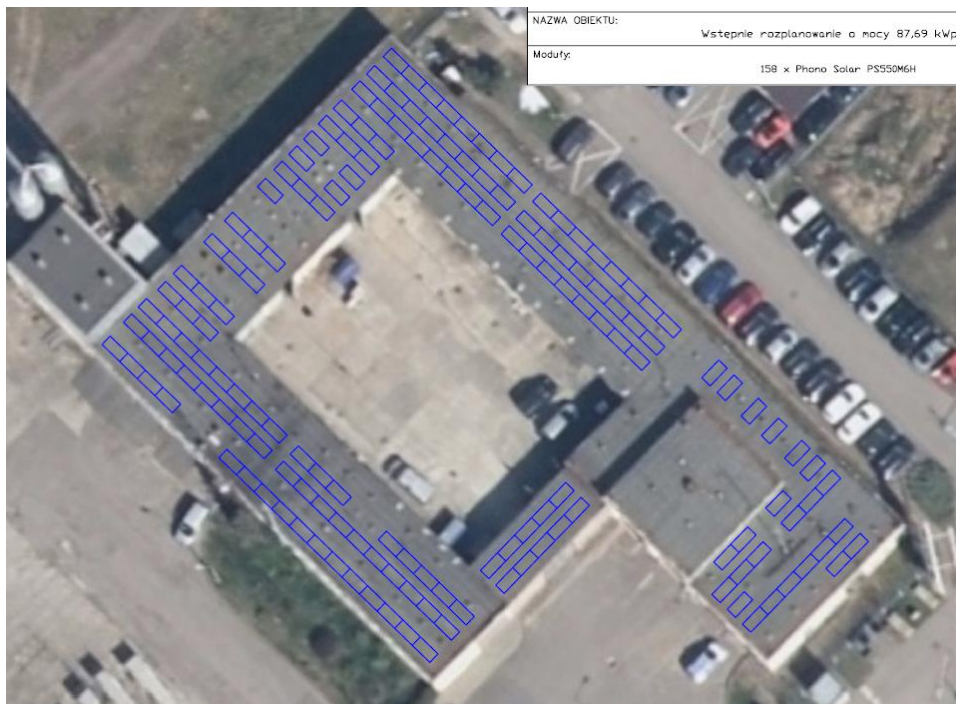
Dach 1 i 2



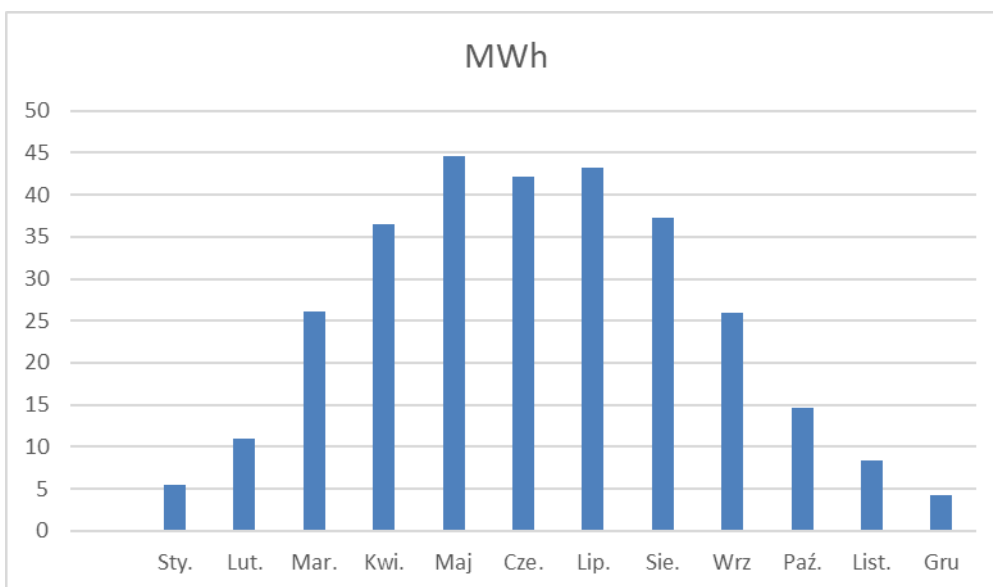
Dach 3



Dach 4



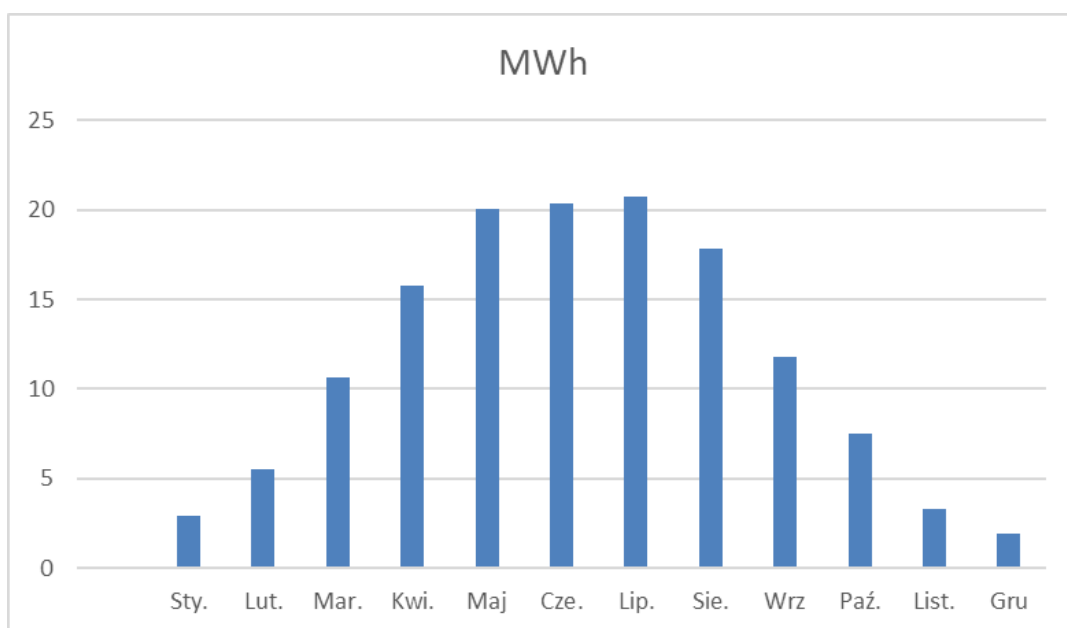
INSTALACJE FOTOWOLTAICZNE GOLENIÓW DACHY TERMINALA						
LP	Obszar	kWp	ilość modułów szt	ilość inwerterów	emisja CO ₂ której udało się uniknąć	uzyski
			PHONOSOLAR	SUNGROW	w tona/rok	MWh/rok
			550 Wp	SG 33 CX		
1	DACH 1 i 2	185,35	337	5	294,90	177,64
2	DACH 3	37,95	69	1	60,40	36,38
3	DACH 4	87,69	158	2	141,57	85,28
4	RAZEM	310,99	564	8	496,87	299,30



Obszar nr 5 – grunt przy budynku Lotniskowej Służby Ratowniczo - Gaśniczej

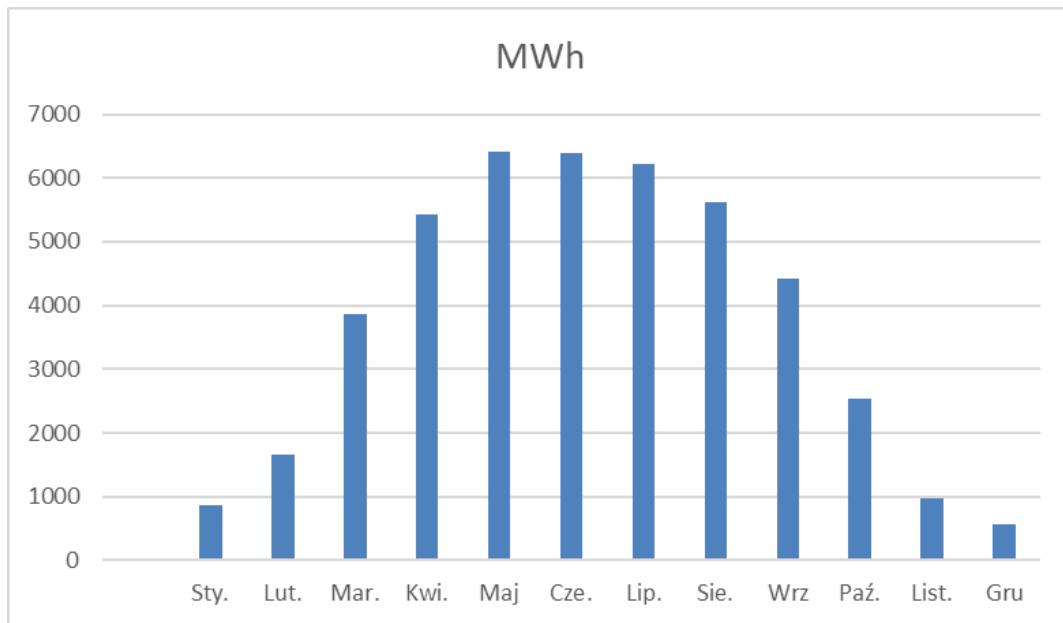


INSTALACJA FOTOWOLTAICZNA GOLENIÓW GRUNT PRZY LSRG						
LP	Obszar	kWp	ilość modułów szt	ilość inwerterów szt	emisja CO ₂ której udało się uniknąć	uzyski
			PHONOSOLAR	SUNGROW	w tona/rok	MWh/rok
			550 Wp	SG 125 CX		
1	OBSZAR 1	128,70	234	1	205,33	138,38
2	RAZEM	128,70	234	1	205,33	138,38



2.2. Uzyski generacyjne dla całego obszaru

INSTALACJE FOTOWOLTAICZNE GOLENIÓW								
LP	Obszar	kWp	ilość modułów szt	powierzchnia pv modułów	powierzchnia zabudowy	ilość inwerterów	emisja CO ₂ której udało się uniknąć	uzyski
					współczynnik	SUNGROW	w tona/rok	MWh/rok
					0,94			
1	GRUNT 1-3	43431,00	78966	203988,1	191748,814	301	28 573,97	44 500,08
2	GRUNT 4	128,70	234	604,1	567,854	1	205,33	138,38
3	DACHY	310,99	406	1456,71	1369,3074	8	496,87	299,30
3	RAZEM	43 870,69	79 606,00	206 048,91	193 685,98	310	29 276,17	44 937,76



3. ZAŁĄCZNIKI

1. Karta katalogowa modułów fotowoltaicznych LR5-72 HPH 550 M G2 produkcji LONGI Solar
2. Karta katalogowa modułów fotowoltaicznych PS550M6H produkcji PhonoSolar
3. Karta katalogowa falowników SUNGROW typ SG125CX
4. Karta katalogowa falowników SUNGROW typ SG33CX
5. Karta katalogowa konstrukcji wsporczej (przykład)