

PROJEKT TECHNICZNY

SYGNATURA INWESTORA

PVu 01.24

Egz 1

OBIEKT

Projekt budowy wiat parkingowych typu carport wraz z instalacja fotowoltaiczna o mocy 47,97 kW

LOKALIZACJA

Nadleśnictwo Szubin
Szubin Wieś 52, 89-200 Szubin Wieś

INWESTOR

Nadleśnictwo Szubin
Szubin Wieś 52, 89-200 Szubin Wieś
NIP: 562 000 50 75


KATEGORIA OBIEKTU BUDOWLANEGO

Kategoria VIII- inne budowle

ZŁĄCZA KABLOWE

1. Złącze kablowe/licznik elektryczny nr 1; Moc instalacji 21,73kW; Moc przyłączeniowa 22kW nr PPE: 590310600010991376
2. Złącze kablowe/licznik elektryczny nr 2; Moc instalacji 26,24kW; Moc przyłączeniowa 27kW nr PPE: 590310600010966763

ZESPÓŁ PROJEKTOWY

Opis	Imię i nazwisko, nr uprawnień	Podpis
Projektant br. Elektryczna Główny Projektant	mgr inż. Patryk Michalski nr upr. KUP/0271/PBE/21 Uprawnienia budowlane do projektowanie bez ograniczeń w specjalności instalacyjnej w zakresie sieci, instalacji i urządzeń elektrycznych i elektroenergetycznych	 22.04.2024

SPIS ZAWARTOŚCI PROJEKTU

1.	Wstęp	3
1.1	Podstawa opracowania	3
1.2	Przedmiot opracowania	3
1.3	Planowane zagospodarowanie terenu	3
1.4	Zakres opracowania	3
2.	Opis techniczny – branża konstrukcyjno-budowlana	4
2.1	Przedmiot opracowania	4
2.2	Konstrukcja wsporcza modułów PV	4
2.3	Zabezpieczenie antykorozyjne	4
2.4	Zakres robót	4
3.	Opis techniczny – branża elektryczna	5
3.1	Przedmiot opracowania	5
3.2	Dobór urządzeń	5
3.2.1.	Moduły fotowoltaiczne / Panele PV	5
3.2.2.	Falowniki fotowoltaiczne (ang. Inverters)	7
3.3	Okablowanie	8
3.3.1	Strona prądu stałego (DC)	8
3.3.2	Strona prądu przemiennego (AC)	9
3.4	Zabezpieczenia	11
3.4.1	Przeciążeniowe/Zwarciove - strona zmiennoprądowa – AC	11
3.5	Ochrona przeciwporażeniowa	11
3.6	Ochrona przepięciowa instalacji	11
3.7	Uziemienia i połączenia wyrównawcze	12
3.8	Instalacja odgromowa – nie dotyczy	12
3.9	Rozdzielnice	12
3.10	Ochrona ppoż	13
3.11	System monitoringu instalacji	13
3.12	Uwagi – część elektryczna	13
3.13	Miejsca parkingowe	14
3.14	Wiaty garażowe	14
3.15	Przeciski pod drogą	14
4.	Komputerowa symulacja pracy instalacji	15
4.1	Model symulacyjny wariant 1	15
4.2	Wyniki symulacji pracy	16
4.3	Bilans energetyczny instalacji	19
4.4	Model symulacyjny wariant 2	19
4.5	Wyniki symulacji pracy wariant 2	21
4.6	Bilans energetyczny instalacji	23
4.7	Podsumowanie	23
5.	Część rysunkowa	24

1. Wstęp

1.1 Podstawa opracowania

Podstawę do opracowania niniejszej dokumentacji stanowiły następujące materiały wyjściowe:

- zlecenie wykonania projektu,
- przeprowadzona wizja lokalna,
- uzgodnienia koncepcyjne z inwestorem,
- obowiązujące normy i przepisy oraz wytyczne producentów urządzeń instalacji fotowoltaicznych,
- ustawy – Prawo budowlane z dnia 7 lipca 1994 r. (tekst jednolity Dz.U. 2021 poz. 2351 z późn. zm.),
- Rozporządzenie Ministra Energii z dnia 28 sierpnia 2019 r. w sprawie bezpieczeństwa i higieny pracy przy urządzeniach energetycznych (Dz.U. 2019 poz. 1830);
- Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 12 kwietnia 2003 r. w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie (Dz.U. 2019 poz. 1065);
- Ustawa: O odnawialnych źródłach energii z dnia 20 lutego 2015r. (Dz. U. z 2015 r., poz. 478, z późn. zm.)
- Ustawa: O ochronie przeciwpożarowej z dnia 24 sierpnia 1991 r. (Dz.U. z 2020r. poz. 961);
- Ustawa: O planowaniu i zagospodarowaniu przestrzennym, z dnia 27 marca 2003 r. (tekst jednolity Dz.U. 2023 poz. 977);
- Ustawa: Prawo budowlane z dnia 7 lipca 1994 r. (Dz.U. z 2021 r. poz. 2351 z późn. zm.);
- Ustawa: Prawo energetyczne z dnia 10 kwietnia 1997 r. (Dz.U. z 2019 r. poz. 755 z późn. zm.).

1.2 Przedmiot opracowania

Przedmiotem niniejszego opracowania jest projekt techniczny budowy instalacji fotowoltaicznej o mocy 47,97 kW, wraz z infrastrukturą towarzyszącą, dla obiektu Nadleśnictwo Szubin w Szubinie Wsi. Instalacja zostanie zamontowana na wiatkach garażowych (carport) posadowiona na istniejącym parkingu na terenie siedziby nadleśnictwa w Szubinie. Nawierzchnia parkingu wykonana z kostki betonowej na podbudowie z betonu i kruszywa.

Instalacja fotowoltaiczna ma na celu produkcję energii elektrycznej w celu autokonsumpcji na potrzeby zapotrzebowania w energię elektryczną budynku oraz z powiązaniem z siecią osiedlowego operatora sieci dystrybucyjnej (OSD), na zasadach rozliczeniowych prosumenta instalacji. Przekazywanie energii elektrycznej ma odbywać się z zapewnieniem wymaganych parametrów jakościowych energii elektrycznej między innymi w zakresie odchyień częstotliwości i napięcia, odkształcenia napięcia, zawartości poszczególnych harmonicznych.

1.3 Planowane zagospodarowanie terenu

W skład projektowanej instalacji fotowoltaicznej, wchodzi urządzenia i aparatura taka jak:

- moduły fotowoltaiczne (panele PV) – 117 szt. o mocy jdn. 410W,
- dedykowanych systemowych konstrukcjach wsporczych posadowionych na gruncie typu carport. Kąt nachylenia konstrukcji: 10 st.,,
- falownika (inwertera fotowoltaicznego) – 2 szt.,
- rozdzielnic DC, AC (nN) przynależnych do falownika, umiejscowionych w pobliżu projektowanego falownika lub aparatury zabudowanej w falowniku,
- rozdzielnica 6 modułowa,
- wewnętrznych linii kablowych DC oraz AC (nN),

Na rysunku nr E01, zawarto plan zagospodarowania terenu na rzucie satelitarnym, zawierający usytuowanie elementów instalacji. Konstrukcja wsporcza zgodna z rys. nr E02B, E02C.

1.4 Zakres opracowania

W zakres opracowania wchodzi:

- dobór następujących urządzeń: modułów fotowoltaicznych, konstrukcji wsporczej PV, infrastruktury towarzyszącej w tym: falowników, rozdzielnic pośredniczących;
- określenie instalacji: połączeń wyrównawczych i uziemiających, linii kablowych zasilających strony prądu stałego – DC, linii kablowych zasilających strony prądu przemiennego nN – AC;

2. Opis techniczny – branża konstrukcyjno-budowlana

2.1 Przedmiot opracowania

Przedmiotem opracowania jest projekt techniczny branży konstrukcyjnej obejmujący zakresem elementy konstrukcji wsporczej wchodzące w skład instalacji fotowoltaicznej, zgodnie z pkt. 1.2.

2.2 Konstrukcja wsporcza modułów PV

Mając na uwadze stan istniejący oraz optymalne rozmieszczenie instalacji. Projektowane moduły fotowoltaiczne zostaną zamontowane przy pomocy dedykowanych konstrukcji wsporczych do zastosowań fotowoltaicznych w formie carport w układzie „3xPion”, o kącie nachylenia 10 umożliwiających montaż modułów o wymiarach: 1722/1134/30 mm.

Przykładowy widok konstrukcji wsporczej ukazano na rysunku nr E02/B, E02/C.

Zastosowana konstrukcja wsporcza powinna spełniać wymogi:

- stanowić spójną formę oraz umożliwiać montaż założonej ilości projektowanych modułów.
- certyfikatu zgodności z normami PN-EN 1090-1, PN-EN 1090-2+A1 (dla elementów stalowych) oraz PN-EN 1090-3 (dla elementów aluminiowych);
- odpowiedniego dopasowania względem obciążenia śniegiem i wiatrem – zgodnie z: PN-EN 1991-1-3:2005 oraz PN-EN 1991-1-4:2010. Wartości obciążenia stref wiatrowych, śniegowych oraz klimatycznych należy przyjmować dla miejscowości lokalizacji inwestycji.

Prace montażowe, należy dokonywać w oparciu o wytyczne oraz instrukcje montażowe producenta zastosowanej dedykowanej konstrukcji wsporczej oraz zgodnie z sztuką i praktyką inżynierską. Instrukcja montażowa zastosowanej konstrukcji wsporczej stanowić będzie integralną część dokumentacji powykonawczej.

Opis konstrukcji:

1. Elementy konstrukcji, takie jak słupy, belki i łączniki, powinny być wykonane za pomocą śrub i łączek,
2. Elementy konstrukcji nośnej zastosować stal lakierowaną proszkowo w kolorze grafitowym np. RAL9006,
3. Zastosować blachę trapezowa typu T35 kolor np. RAL9006. Blacha trapezowa zostanie położona bezpośrednio pod panelami,
4. Mocowanie konstrukcji do fundamentu,
5. Jedna wiatra garażowa (1 lub 2 miejsc parkingowych) składa się z i wymaga minimum dwóch słupków nośnych, aby wiaty były niezależne konstrukcyjnie od siebie.

2.3 Zabezpieczenie antykorozyjne

Zastosowane składowe dedykowanej konstrukcji wsporczej powinny spełniać wymagania:

- elementy nośne (podpory, belki/profile nośne, uchwyty montażowe) wykonane ze stali z powłoką antykorozyjną w postaci cynkowania metodą zanurzeniową o klasie korozyjności min. C3 (wg. PN-EN ISO 1461:2011) lub pokryte powłoką MAGNELIS (wg. PN-EN 10346:2015),
- elementy modułowe (profile montażowe, klemy) wykonane z materiału aluminiowego (zgodnie z PN-EN 1090-3:2019-05 lub PN-EN 1999-1-1:2007+A1:2009 lub PN-EN 573-3+A1:2022-11),
- elementy łączne (śruby, nakrętki, podkładki) wykonane ze stali nierdzewnej (zgodnie z PN-EN ISO 3506-1) lub stali z powłoką antykorozyjną w postaci cynkowania metodą zanurzeniową o klasie korozyjności min. C3 (wg. PN-EN ISO 1461:2011),

2.4 Zakres robót

- przejęcie placu budowy, wraz oceną stanu aktualnego, z naniesieniem wszelkich zmianach względem niniejszego opracowania.
- zwymiarowanie sytuowania infrastruktury oraz miejsc montażu;

- montaż konstrukcji wsporczych – zgodnie z instrukcją montażową producenta;
- montaż klem montażowych modułów PV;
- wykonanie przepustów kablowych dla okablowania;
- trasowanie linii kablowych prądu stałego DC, zmiennego AC oraz połączeń ;
- montaż komponentów instalacji: modułów PV, falowników, rozdzielnic;
- montaż aparatury zabezpieczeniowej w rozdzielnicach;
- uszczelnienie oraz odtworzenie wykonanych przepustów;
- wykonanie połączeń aparatury.

3. Opis techniczny – branża elektryczna

3.1 Przedmiot opracowania

Przedmiotem opracowania jest projekt techniczny branży elektrycznej obejmujący zakresem dobór urządzeń, okablowania oraz osprzętu instalacji fotowoltaicznej, zgodnie z pkt. 1.2.

Przyłączenie do istniejącej sieci elektroenergetycznej zostanie zrealizowane poprzez wewnętrzne linie zasilające nN, zgodnie z rysunkiem nr E02/A – schemat instalacji.

Doboru urządzeń oraz aparatury dokonano w dalszej części opracowania.

3.2 Dobór urządzeń

3.2.1. Moduły fotowoltaiczne / Panele PV

Zastosowane moduły muszą spełniać poniższe wymagania:

- posiadać certyfikaty IEC61215; IEC61730 lub równoważne;
- posiadać co najmniej 12 lat gwarancji producenta;
- posiadać minimum 84,8% wartości mocy początkowej po 25 latach eksploatacji;
- posiadać wyłącznie dodatnią tolerancję mocy;
- posiadać parametry zgodne z tabelą równoważności.

Proponuje się zastosowanie modułów fotowoltaicznych charakteryzujących się parametrami zestawionymi w tabeli 1. Z dopuszczeniem możliwości zastosowania innego modelu o parametrach zbliżonych, zgodnie z tabelą równoważności, z zaznaczeniem danej zmiany w dokumentacji powykonawczej.

Tabela 1. Parametry proponowanych modułów fotowoltaicznych

Sym.	j. m.	Nazwa	Wartość	Tabela równoważności (Dopuszczalne odchylenia)
Parametry wyznaczane dla uwarunkowań testowania STC				
P_{max}	W	Moc maksymalna	410,0	Nie mniej niż 410
I_{MPP}	A	Prąd znamionowy MPP (ang. <i>maximum power point</i>)	13,04	+/- Brak ograniczeń
U_{MPP}	V	Napięcie znamionowe	31,45	+/- Brak ograniczeń
I_{SC}	A	Prąd zwarcia, SC (ang. <i>short circuit</i>)	13,95	+/- Brak ograniczeń
U_{OC}	V	Napięcie obwodu otwartego OC (ang. <i>open circuit</i>)	37,32	+/- Brak ograniczeń
η	%	Sprawność / Wydajność	21,0	Nie mniej niż 21,0
Współczynniki temperaturowe				
γ_T	%/°C	Wsp. temperaturowy mocy	-0,350	+/- Brak ograniczeń
α_T	%/°C	Wsp. temperaturowy prądu	0,045	+/- Brak ograniczeń
β_T	%/°C	Wsp. temperaturowy napięcia	-0,275	+/- Brak ograniczeń
Parametry projektowe / konstrukcyjne				
-	Szt.	Liczba ogniw	108	Nie mniej niż 108
-	-	Rodzaj ogniw	Monokrystaliczne	Monokrystaliczne
I_{rev}	A	Maksymalna wartość prądu rewersyjnego	25,0	Nie mniej niż 20,0
U_{max}	V	Maksymalne napięcie „krytyczne”	1500	Nie mniej niż 1000
Wym.	m	Wysokość/Szerokość/Grubość	1722/1134/30	Max dł. 1800
Waga	kg	Waga	21,5	Nie więcej niż 30,0

-	Pa	Obciążenie śniegiem (dodatniego)	5400	Nie mniej niż 5400
-	Pa	Obciążenia wiatrem (ujemnego)	2400	Nie mniej niż 2400
-	W	Tolerancja mocy	-0/+5	Wyłączenie dodatnia
-	%	Moc pozostała po 25 latach	84,8	Nie mniej niż 84,8%

3.2.2. Falowniki fotowoltaiczne (ang. Inverters)

Zastosowane falowniki muszą spełniać poniższe wymagania:

- wyznaczone przez operatora sieci dystrybucyjnej (OSD) dla instalacji, w tym:
 - zabezpieczenie „przed pracą wyspą” - uniemożliwienie dostarczenia wygenerowanej energii przy stanie zaniku napięcia z sieci elektroenergetycznej;
 - nastawy parametrów elektrycznych „granicznych” (poziomy napięć oraz częstotliwości),
 - odpowiednie nastawy/sterowanie generowaną mocą bierną,
 - deklarację zgodności wykazującą spełnienie wymagań NC RfG oraz IRIESD;
- posiadać wbudowany rozłącznik instalacji „strony stałoprądowej – DC”;
- być 3-fazowymi (400 VAC) przekształtnikami energoelektronicznymi wykonanymi w technologii beztransformatorowej;
- posiadać stopień ochrony co najmniej IP65;
- umożliwiać komunikację poprzez sieć Ethernet oraz Wi-Fi;
- posiadać co najmniej 12 lat gwarancji producenta;
- posiadać parametry zgodne z tabelą równoważności.

Proponuje się zastosowanie falownika charakteryzującego się parametrami zestawionymi w tabeli 2 oraz 3. Z dopuszczeniem możliwości zastosowania innego modelu o parametrach zbliżonych, zgodnie z tabelą równoważności, z zaznaczeniem danej zmiany w dokumentacji powykonawczej.

Tabela 2. Parametry proponowanego falownika fotowoltaicznego o mocy znamionowej 25kW

Sym.	j. m.	Nazwa	Wartość	Tabela równoważności (Dopuszczalne odchylenia)
Parametry dotyczące strony wejściowej DC				
P_{PVmax}	kW	Maksymalna moc podłączonych modułów PV	37,5	Nie mniej niż moc proj. modułów PV
U_{INmax}	V	Maksymalne napięcie wejściowe	1100,0	Nie mniej niż 1100
U_{MPPmin} U_{MPPmax}	V	Zakres napięcia pracy MPPT	200-1000	od 200 do 1000
U_{START}	V	Napięcie startu	200	Nie mniej niż prąd proj. modułów PV
I_{MPPmax}	A	Maksymalny prąd znamionowy na 1 wejście MPPT	30,0	Nie mniej niż prąd proj. modułów PV
I_{SCmax}	A	Maksymalny prąd zwarciový na 1 wejście MPPT	40,0	Nie mniej niż prąd proj. modułów PV
MPPT	Szt.	Liczba śledzących maksymalny punkt pracy	2	+ Brak ograniczeń
Parametry dotyczące strony wyjściowej AC				
P_N	kW	Znamionowa moc wyjściowa	25,0	W przedziale 0,8-1,2 Mocy Proj. PV
S	kVA	Maksymalna moc wyjściowa	27,5	+ Brak ograniczeń
I_{max}	A	Maksymalny prąd wyjściowy	39,9	+/- Brak ograniczeń
Parametry konwersji				
η_{max}	%	Sprawność maksymalna	98,4	Nie mniej niż 98,40
$\eta_{EURO/CEC}$	%	Sprawność europejska (tnz. ważona)	98,2	Nie mniej niż 98,20

Tabela 3. Parametry proponowanego falownika fotowoltaicznego o mocy znamionowej 20kW

Sym.	j. m.	Nazwa	Wartość	Tabela równoważności (Dopuszczalne odchylenia)
Parametry dotyczące strony wejściowej DC				
P_{PVmax}	kW	Maksymalna moc podłączonych modułów PV	30,0	Nie mniej niż moc proj. modułów PV
U_{INmax}	V	Maksymalne napięcie wejściowe	1100,0	Nie mniej niż 1100
U_{MPPmin} U_{MPPmax}	V	Zakres napięcia pracy MPPT	200-1000	od 200 do 1000
U_{START}	V	Napięcie startu	200	Nie mniej niż prąd proj. modułów PV
I_{MPPmax}	A	Maksymalny prąd znamionowy na 1 wejście MPPT	30,0	Nie mniej niż prąd proj. modułów PV
I_{SCmax}	A	Maksymalny prąd zwarciový na 1 wejście MPPT	40,0	Nie mniej niż prąd proj. modułów PV
MPPT	Szt.	Liczba śledzących maksymalny punkt pracy	2	+ Brak ograniczeń
Parametry dotyczące strony wyjściowej AC				
P_N	kW	Znamionowa moc wyjściowa	20,0	W przedziale 0,8-1,2 Mocy Proj. PV
S	kVA	Maksymalna moc wyjściowa	22,0	+ Brak ograniczeń
I_{max}	A	Maksymalny prąd wyjściowy	31,9	+/- Brak ograniczeń
Parametry konwersji				
η_{max}	%	Sprawność maksymalna	98,4	Nie mniej niż 98,40
$\eta_{EURO/CEC}$	%	Sprawność europejska (tzn. ważona)	98,1	Nie mniej niż 98,20

3.3 Okablowanie

3.3.1 Strona prądu stałego (DC)

Połączenia poszczególnych modułów fotowoltaicznych wykonywać przez okablowanie dostarczone do danego sprzętu. Połączenia do odpowiednich obwodów falowników realizować za pomocą kabli dedykowanych do zastosowań fotowoltaicznych, tzn. napięcie pracy 1000 V, izolacja odporna na promieniowanie UV, ze złączkami dedykowanymi DC (+/-) o przekroju żył roboczych nie mniejszym niż 4 mm² oraz przy uwzględnieniu poniżej przedstawionych warunków, przykładowy model spełniający wymagania zawarto w tabeli obliczeniowej oraz na schemacie instalacji – rysunek nr E02A.

Warunek obciążalności prądowej:

$$I_z^* \geq I_B; I_z^* = I_z \cdot k_g$$

gdzie: I_z^* – skorygowana o k_g , obciążalność długotrwała przewodów; I_z – obciążalność długotrwała, zależna od sposobu ułożenia okablowania, k_g – współczynnik korygujący; I_B – prąd obciążenia obwodu – odpowiada I_{MPP} modułu.

Warunek dopuszczalnego spadku napięcia, w instalacjach fotowoltaicznych przyjmuje się 1%:

$$\Delta U [\%] = \frac{(\text{ilość STRING} \cdot P_{PV}) \cdot l \cdot 100}{\gamma \cdot s \cdot (\text{ilość STRING} \cdot U_{MPP})^2} \leq 1\%$$

gdzie: P_{PV} – moc modułu PV; l – długość okablowania, z zaznaczeniem składowych: okablowania + i – (2-krotność dł. trasy) oraz ułożenie z uniknięciem pętli indukcyjnej (+ i – możliwie najbliżej); U_{MPP} – napięcie MPP modułu fotowoltaicznego, γ – konduktywność materiału żyły, przyjęta dla miedzi; s – przekrój przewodu.

Tabela 4. Parametry obwodów DC

PV					Nr obw.	Szac. Dł. Trasy	P_{PIV}	I_B	U_{MPP}	U_{OCmax}	Sposób ułożenia	Rodzaj przewodów	s	I_z	k_g	I_z^*	I_{sum}	$\Delta U\%$	Sprawdzenie warunków	
Dł. Trasy	Szer.	$U_{MPP(max)}$	P_{pv}	U_{ocmax}															$I_B \leq I_z^*$	$\Delta U\% \leq 1\%$
m	szl.	V	W	V		m	kW	A	V	V			mm ²	A	-	A	m	%		
3	18	496,0451	7380	764,127	1.1.1	3	7,4	13,04	566,1	764,1	B1	H1Z2Z2-K 1x	4,0	32,0	0,80	25,6	18,6	0,198	Zgodny	Zgodny
6	18	496,0451	7380	764,127	1.1.2	6	7,4	13,04	566,1	764,1	B1	H1Z2Z2-K 1x	4,0	32,0	0,80	25,6	24,6	0,262	Zgodny	Zgodny
25	17	468,4871	6970	721,6755	1.2.1	25	7,0	13,04	534,7	721,7	D	H1Z2Z2-K 1x	4,0	38,0	0,80	30,4	61,9	0,699	Zgodny	Zgodny
3	16	440,929	6560	679,224	1.2.2	3	6,6	13,04	503,2	679,2	B1	H1Z2Z2-K 1x	4,0	32,0	0,80	25,6	17,2	0,206	Zgodny	Zgodny
6	16	440,929	6560	679,224	1.3.1	6	6,6	13,04	503,2	679,2	B1	H1Z2Z2-K 1x	4,0	32,0	0,80	25,6	23,2	0,278	Zgodny	Zgodny
3	16	440,929	6560	679,224	1.4.1	3	6,6	13,04	503,2	679,2	B1	H1Z2Z2-K 1x	4,0	32,0	0,80	25,6	17,2	0,206	Zgodny	Zgodny
6	16	440,929	6560	679,224	2.1.1	6	6,6	13,04	503,2	679,2	B1	H1Z2Z2-K 1x	4,0	32,0	0,80	25,6	23,2	0,278	Zgodny	Zgodny

Kable należy układać zgodnie z praktyką inżynierską, tak aby unikać pętli indukcyjnej (trasowanie przewodu + i – w możliwie najbliższej odległości i podobnej długości. Kable łączące poszczególne moduły fotowoltaiczne będą mocowane do konstrukcji wsporczej samych modułów fotowoltaicznych. Kable pomiędzy łączeniami modułów PV a falownikami, będą prowadzone na trasach kablowych osłoniętych za pomocą dedykowanych rur osłonowych lub koryt kablowych, przy czym dla trasowania na zewnątrz: rury osłonowe lub listwy instalacyjne będą przystosowane do pracy w przestrzeniach otwartych i będą odporne na promieniowanie UV. Okablowanie trasowane pomiędzy poziomami budynku zostanie zrealizowane przy wykorzystaniu istniejących szachtów/pionów kablowych. Wszystkie wykonane przepusty kablowe należy wykonywać przy jednoczesnym zachowaniu istniejącej odporności ogniowej, tzn. przy ew. odtworzeniu przepustu kablowych za pomocą dedykowanych materiałów oraz zapewnieniu szczelności.

Kable należy trasować zgodnie z planem zagospodarowania terenu, rysunek nr E01 oraz w sposób optymalizujący rozmieszczenie. Wykonawca przed przystąpieniem do prac montażowych zobowiązany jest do przedstawienia Inwestorowi lub jego Przedstawicielowi ostatecznych rozwiązań dt. trasowania okablowania.

Połączenia szeregów modułów PV/Gałęzi równoległych wykonać zgodnie z rysunkiem nr E02A, – schemat instalacji.

3.3.2 Strona prądu przemiennego (AC)

Połączenia pomiędzy falownikiem, rozdzielnicą AC (zabezpieczeniami falownika), a miejscem przyłączenia należy wykonać kablem 5-żyłowym o izolacji przystosowanej na napięcie 0,6/1 kV, o przekroju nie mniejszym niż wynikającym z poniżej przedstawionych warunków, przykładowy model spełniający wymagania zawarto w tabeli obliczeniowej oraz na schemacie instalacji – rysunek nr E02A.

Warunek obciążalności prądowej:

$$I_z^* \geq I_B; I_z^* = I_z \cdot k_g$$

gdzie: I_z^* – skorygowana o k_g , obciążalność długotrwała przewodów; I_z – obciążalność długotrwała, zależna od sposobu ułożenia okablowania, k_g – współczynnik korygujący; I_B – prąd obciążenia obwodu – odpowiada I_{max} falownika.

Warunek dopuszczalnego spadku napięcia, dla falownika (generatora) przyjmuje się 1%:

$$\Delta U [\%] = \frac{P_{max} \cdot l \cdot 100}{\gamma \cdot s \cdot U_N^2} \leq 1\%$$

gdzie: P_{max} – moc maksymalna urządzenia (falownika); l – odległość urządzenia od miejsca przyłączenia; U_N - napięcie znamionowe sieci (międzyprzewodowe); γ – konduktywność materiału żyły; s – przekrój przewodu.

Tabela 5. Parametry obwodów AC

Nr obw.	P	I_B	Sposób ułożenia	Rodzaj przewodów	s	I_z	k_g	I_z^*	l	$\Delta U\%$	Sprawdzenie warunków	
	kW	A			mm ²	A	-	A	m	%	$I_B \leq I_z^*$	$\Delta U\% \leq 1\%$
Fal. 1 - R_PV_1	20	31,4	D	YKY(żo) 5x	16,0	85,0	0,80	68,0	5,0	0,072	Zgodny	Zgodny
R_AC - Pkt. Przył.	20	31,4	D	YKY(żo) 5x	16,0	85,0	0,80	68,0	63,0	0,911	Zgodny	Zgodny
Fal. 2 - R_PV_2	25	39,2	D	YKY(żo) 5x	16,0	85,0	0,80	68,0	5,0	0,090	Zgodny	Zgodny
R_AC - Pkt. Przył.	25	39,2	D	YKY(żo) 5x	16,0	85,0	0,80	68,0	55,0	0,995	Zgodny	Zgodny

Przewody powinny być układane w sposób wykluczający ich uszkodzenie przez zginanie, skręcanie, rozciąganie itp. temperatura otoczenia przy układaniu kabli nie powinna być mniejsza niż 0°C. Układanie kabli powinno być zgodne z normą N SEP-E-004. Przejścia przez ściany pomieszczeń, przegrody i stropy należy wykonywać w rurach lub innych osłonach otaczających, rury należy uszczelnić. Przejścia kabli pomiędzy strefami pożarowymi należy uszczelnić materiałem o takiej odporności ogniowej jak ściana lub strop pomiędzy strefami pożarowymi. Podłączenia względem aparatury należy wykonać, zgodnie z dedykowanymi złączkami i praktyką inżynierską. Okablowanie AC prowadzić zgodnie z planem zagospodarowania terenu, rysunek nr E01 oraz sposób optymalizujący rozmieszczenie kabli.

Okablowanie wewnątrz budynków będą prowadzone na trasach kablowych osłoniętych za pomocą dedykowanych rur osłonowych lub koryt kablowych, przy czym dla trasowania na zewnątrz wymaga się aby były przystosowane do pracy w przestrzeniach otwartych i będą odporne na promieniowanie UV.

Kable należy trasować zgodnie z planem zagospodarowania terenu, rysunek nr E01 oraz w sposób optymalizujący rozmieszczenie. Wykonawca przed przystąpieniem do prac montażowych zobowiązany jest do przedstawienia Inwestorowi lub jego Przedstawicielowi ostatecznych rozwiązań dt. trasowania okablowania.

3.4 Zabezpieczenia

3.4.1 Przeciążeńiowe/Zwarciove - strona zmiennoprądowa – AC

Doboru dokonać, zgodnie z poniższymi zależnościami. Przykładowe modele spełniające warunek zestawiono w tabeli obliczeniowej oraz na schemacie instalacji – rysunek nr E02A.

$$I_B \leq I_n \leq I_z^*$$

$$I_2 \leq I_z^* \cdot 1,45$$

$$I_2 = I_n \cdot k_2$$

gdzie: I_z^* – skorygowana obciążalność długotrwała przewodów, zgodnie z rozdziałem doboru przewodów; I_B – prąd obciążenia obwodu – maksymalna wartość prądu na wyjściu falownika; I_n – znamionowy prąd urządzenia zabezpieczającego; I_2 – prąd zadziałania urządzenia zabezpieczającego; k_2 – współczynnik krotności zabezpieczenia, dla wyłączników nadprądowych z charakterystykami B,C,D = 1,45.

Tabela 6. Zestawienie zabezpieczeń strony AC

Nr obw.	I_B	I_z^*	Typ zap.	I_n	$1,45 \cdot I_z^*$	I_2	Sprawdzenie warunków	
	A	A		A	A	A	$I_B \leq I_n \leq I_z^*$	$I_2 \leq 1,45 \cdot I_z^*$
Fal. 1 - R PV 1	31,4	85,0	3P B	32,0	123,3	51,2	Zgodny	Zgodny
Fal. 2 - R PV 2	39,2	85,0	3P B	40,0	123,3	58	Zgodny	Zgodny

3.5 Ochrona przeciwporażeniowa

Instalacja fotowoltaiczna objęta projektem będzie wykonana w układzie TN-S. Ochrona przed dotykiem bezpośrednim (ochrona podstawowa) realizowana jest przez zastosowanie izolacji podstawowej przewodów i aparatów elektrycznych, obudów, osłon rozdzielnic i osprzętu.

Ochrona przed dotykiem pośrednim (ochrona dodatkowa), jako szybkie wyłączenie zasilania

w czasie $t < 0,4$ s realizowane przez wkładki bezpiecznikowe lub zabezpieczenia nad-prądowe w rozdzielnicach nN.

Projektowane instalacje są zgodne z przepisami budowlanymi w zakresie ochrony przeciwporażeniowej oraz wymogami normy PN-IEC-6364 „Instalacje elektryczne w obiektach budowlanych”.

3.6 Ochrona przepięciowa instalacji

Dla zapewnienia ochrony przepięciowej strony DC dla każdej grupy lub szeregow modułów fotowoltaicznych przynależnych do wykorzystanego wejścia MPPT falownika, zastosować ogranicznik przepięć, o maksymalnym napięciu trwałej pracy wynoszącym nie mniej niż 1000 V. Typ zastosowanego ogranicznika przepięć uzależniony jest od stanu instalacji odgromowej w obiekcie, w momencie realizacji działań montażowych przez Wykonawcę.

- Typ 2 (T2) – gdy budynek nie posiada ochrony odgromowej lub zachowany został odstęp izolacyjny (PN-EN-62305-3:2011) pomiędzy instalacją modułów fotowoltaicznych, a instalacją odgromową.

- Typ 1 i 2 (T1+T2) – gdy nie zostały zachowane odstępy izolacyjne pomiędzy instalacją modułów fotowoltaicznych, a instalacją odgromową, w danym przypadku ogranicznik należy połączyć z szyną wyrównawczą (SW) przewodem o przekroju nie mniejszym niż 16 mm². Dodatkowo konstrukcję wsporczą modułów należy połączyć z instalacją odgromową, za pomocą złącz krzyżowych oraz linki miedzianej o przekroju min. 16 mm².

- Typ 1 i 2 (T1+T2) – gdy poszycie połaci wykonane z materiału przewodzącego oraz uziemionego, np. blachodachówka, w danym przypadku ogranicznik należy połączyć z szyną wyrównawczą (SW) przewodem o przekroju nie mniejszym niż 16 mm².

Zgodnie z normą PN-EN-62305-3:2011 jeżeli odległość trasy okablowania strony stałoprądowej (DC) przekracza 10 m – liczona od pierwszego modułu PV w szeregu, a pkt. przyłączenia – względem trasy w linii poziomej, należy zastosować dodatkowe ograniczniki przepięć. Montaż dodatkowych ograniczników należy wykonać w zewnętrznych rozdzielnicach DC, ułożonych, zgodnie z rys. E01.

Dla zapewnienia ochrony przepięciowej strony AC dla falownika/ów zastosować ogranicznik przepięć, o maksymalnym napięciu trwałej pracy na każdą z faz wynoszącym nie mniej niż 255 V oraz o typie 2. Gdy w miejscu przyłączenia nie występuje istniejąca aparatura ograniczników przepięć konieczne jest zastosowanie ograniczników przepięć AC typu 1 i 2 (T1+T2).

Rezystancja uziemienia szyny wyrównawczej, do której podłączany zostaje ogranicznik przepięć powinna spełniać warunek $R \leq 10 \Omega$.

Projektowane rozwiązania na dzień wykonania opracowania zawarto na schemacie instalacji – rysunek nr E02A.

3.7 Uziemienia i połączenia wyrównawcze

Przy wykonywaniu połączenia wyrównawczego należy pamiętać, że wszystkie uziemienia po stronie DC, jak i AC, powinny być wspólne. Także nie należy wykonywać nieuziemionych połączeń wyrównawczych. Dla uziemienia ramki modułów PV, a konstrukcji wsporczej stosować dedykowane podkładki uziemiające łączące ramkę modułu z uziemioną konstrukcją wsporczą.

Sposób wykonania połączenia wyrównawczego modułów fotowoltaicznych oraz ich konstrukcji wsporczej jest zależny od rodzaju instalacji odgromowej, zgodnie z pkt. 3.5 danego opracowania.

3.8 Instalacja odgromowa – nie dotyczy

Projektowana instalacja fotowoltaiczna nie wykracza poza strefę istniejącej instalacji odgromowej.

3.9 Rozdzielnice

Projektowaną aparaturę zabezpieczającą należy umieścić w rozdzielnicach natynkowych o klasie IP nie gorszej niż IP40 dla zastosowań wewnętrznych, bądź IP65 dla zastosowań zewnętrznych. Pojemność modułowa rozdzielnic powinna być dostosowana do ilości montowanej ilości aparatury oraz uwzględnieniem przekrojów wprowadzonego okablowania. Należy stosować oznaczenia odpowiednich dla danej rozdzielnic.

Lokalizację montażu rozdzielnic wykonać zgodnie z planem zagospodarowania terenu – rysunek nr E01. W rozdzielnicach zabudować aparaturę zabezpieczającą instalację, zgodnie z schematem instalacji – rysunek nr E02A. Podłączenia i prace montażowe wykonać zgodnie z zaleceniami danego producenta aparatury, zawartych w instrukcjach montażowych.

3.10 Ochrona ppoż.

Zgodnie z schematem instalacji - rysunek nr E02A przewiduje się przyłączenie instalacji do istniejących rozdzielnic budynku, z uwzględnieniem punkt przyłączenia objętego głównym rozłącznikiem instalacji w danym budynku. Brak zasilania/Wyzwolenie istniejącego rozłącznika głównego budynku skutkuje zatrzymaniem pracy falownika z uwagi na zabezpieczenie przed pracą wyspową.

Projektowana instalacja fotowoltaiczna nie wpływa na zmianę warunków ochrony przeciwpożarowej obiektu w odniesieniu do: istniejących stref pożarowych, zaopatrzenia w wodę do zewnętrznego gaszenia pożaru, założeń ewakuacyjnych aktualnie wykorzystywanych w obiekcie oraz dostępności i warunków do drogi pożarowej.

Zgodnie z ustawą z dnia 7 lipca 1994 r. Prawo budowlane (Dz.U. z 2021 r. poz. 2351 z późn. zm.), Art. 29 ust. 4 pkt. 3 c) instalacje o mocy zainstalowanej elektrycznej większej niż 6,5 kW stosuje się obowiązek uzgodnienia z rzeczoznawcą do spraw zabezpieczeń przeciwpożarowych pod względem zgodności z wymaganiami ochrony przeciwpożarowej, zwany dalej „uzgodnieniem pod względem ochrony przeciwpożarowej”, projektu tych urządzeń oraz zawiadomienia organów Państwowej Straży Pożarnej.

3.11 System monitoringu instalacji

Instalacja zostanie wyposażona w system monitorujący pracę w czasie rzeczywistym oraz archiwizacji danych w tym: stan i parametry falownika, parametry sieci AC, zestawienie energii wyprodukowanej przez system PV.

Komunikacja zostanie zrealizowana przez aplikację monitorującą zintegrowaną z zastosowanym modelem falownika. Dostęp do aplikacji będzie możliwy poprzez stronę WWW lub aplikację mobilną, dane dostępne i instrukcję obsługi Wykonawca przekaże Inwestorowi wraz z dokumentacją powykonawczą.

W celu realizacji aktywnego monitoringu konieczne jest zapewnienie dostępu do sieci Internet do falownika. Zrealizowane zostanie to przez wykorzystanie: istniejącej bezprzewodowej sieci Wi-Fi lub istniejącej infrastruktury LAN – połączenie Ethernet. W przypadku braku dostępu do istniejącej infrastruktury sieciowej, zapewnionej przez Inwestora, Wykonawca, może zaproponować komunikację bezprzewodową GSM, przy jednoczesnym pokrycia kosztu utrzymania danej sieci przez Inwestora. Niniejsze Wykonawca ustali z Inwestorem na etapie realizacji inwestycji.

W przypadku połączenia przewodowego, sieć teletechniczną należy realizować za pomocą ekranowego kabla teleinformatycznego, przykładowo F/UTP 4x2x0,5 kat.5e. Kable trasowane na budynkach prowadzone będą w trasach kablowych osłoniętych za pomocą dedykowanych rur osłonowych lub koryt kablowych, przy czym dla trasowania na zewnątrz wymaga się aby były przystosowane do pracy w przestrzeniach otwartych i będą odporne na promieniowanie UV. Podłączenia wykonać zgodnie z zaleceniami danego producenta aparatury, zawartych w instrukcjach montażowych.

3.12 Uwagi – część elektryczna

- Roboty instalacyjno-montażowe wykonać zgodnie z Normami PN-IEC 30364, PN-EN 62305-1-4; PN-HD 60364-7-712, SEP-E-004; i Rozporządzeniem Ministra Gospodarki Przestrzennej i Budownictwa w sprawie warunków technicznych, jakimi powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie.

- Kable lub przewody powinny być układane w sposób wykluczający ich uszkodzenie przez zginanie, skręcanie, rozciąganie itp. Temperatura otoczenia przy układaniu kabli nie powinna być mniejsza niż 0°C. Układanie kabli powinno być zgodne z normą N SEP-E-004.

- Przejścia przez ściany pomieszczeń, przegrody i stropy należy wykonywać w rurach lub innych osłonach otaczających, rury należy uszczelnić. Przejścia kabli pomiędzy strefami pożarowymi należy uszczelnić materiałem o takiej odporności ogniowej jak ściana lub strop pomiędzy strefami pożarowymi.

- Wszelkie zmiany względem niniejszej dokumentacji, Wykonawca zobowiązany jest przedstawić w dokumentacji powykonawczej. Przy zaznaczeniu, iż nie dopuszcza się stosowania komponentów instalacji niezgodnych z określonymi warunkami w danym opracowaniu.

Podstawowe normy, przepisy i dokumenty techniczne:

- normę PN-HD 60364 – część 4-41:2017. Ochrona przed porażeniem elektrycznym;
- normę PN-HD 60364 – część 4-43:2012. Ochrona przed prądem przetężeniowym;
- normę PN-HD 60364 – część 5-51:2011. Postanowienia ogólne;
- normę PN-HD 60364 – część 5-52:2011. Oprzewodowanie;
- normę PN-HD 60364 – część 5-54:2011. Uziemienia;
- normę PN-HD 60364 – część 5-56:2019. Instalacje bezpieczeństwa;
- normę PN-HD 60364 – część 6:2016. Sprawdzanie;
- normę PN-HD 60364 – część 7:2016. Fotowoltaiczne (PV) układy zasilania;
- normę PN-EN 61730 – część 1:2018. Ocena bezpieczeństwa modułu fotowoltaicznego (PV);
- normę PN-EN 61853 – część 1:2011. Badanie własności modułów fotowoltaicznych (PV);
- normę PN-EN 62305 – część 2:2012. Zarządzanie ryzykiem;
- normę PN-EN 62305 – część 3:2011. Uszkodzenia fizyczne obiektów i zagrożenie życia.
- noty katalogowe zastosowanych urządzeń.

3.13 Miejsca parkingowe

Istniejące miejsce parkingowe 5 stanowiskowe o nawierzchni z kostki brukowej poszerzyć o powierzchni około 20m². Zaznaczony obszar przedstawiono na rysunku E-01.

3.14 Wiaty garażowe

„Zgodnie z art. 29.2. Nie wymaga decyzji o pozwoleniu na budowę oraz zgłoszenia o którym mowa w art. 30 budowa:

2) Wiaty o powierzchni zabudowy do 50 m², sytuowanych na działce, na której znajduje się budynek mieszkalny, lub przeznaczonej pod budownictwo mieszkaniowe, przy czym łączna liczba tych wiat na działce nie może przekraczać dwóch na każde 1000 m² powierzchni działki;”

Na dz. 3285/5 znajdują się dwa budynki mieszkalne.

3.15 Przeciski pod drogą

Zgodnie z rysunkiem E01 wykonać przecisk pod wjazdem na teren nadleśnictwa w celu zasilania części paneli fotowoltaicznych. Wjazd wykonany z asfaltu, głębokość wykonania przewiertu minimum 1m. Inwestycja znajduje się na terenie nadleśnictwa (droga wewnętrzna), a więc nie wymaga dodatkowych pozwoleń, uzgodnień i projektów organizacji ruchu.

4. Komputerowa symulacja pracy instalacji

W poniższych punktach przedstawiono symulacje dla dwóch wariantów:

- Istniejące zadrzewienia bez zmian – wariant 1
- Usunięte istniejące zadrzewienia – wariant 2

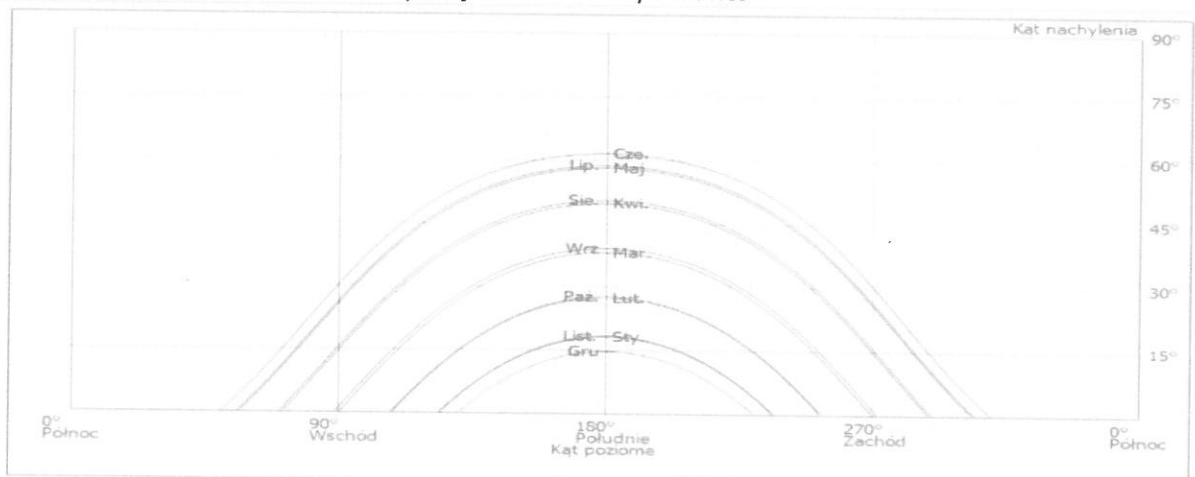
4.1 Model symulacyjny wariant 1

Szacunkową produkcję w skali roku oszacowano na bazie przeprowadzonej symulacji komputerowej pracy instalacji w środowisku PVSol, na podstawie modelu zgodnego z poniższą tabelą. Szczegółowy bilans energetyczny, w tym energię wykorzystaną na własne zapotrzebowanie oraz oddaną do sieci zestawiono w dalszej cz. opracowania.

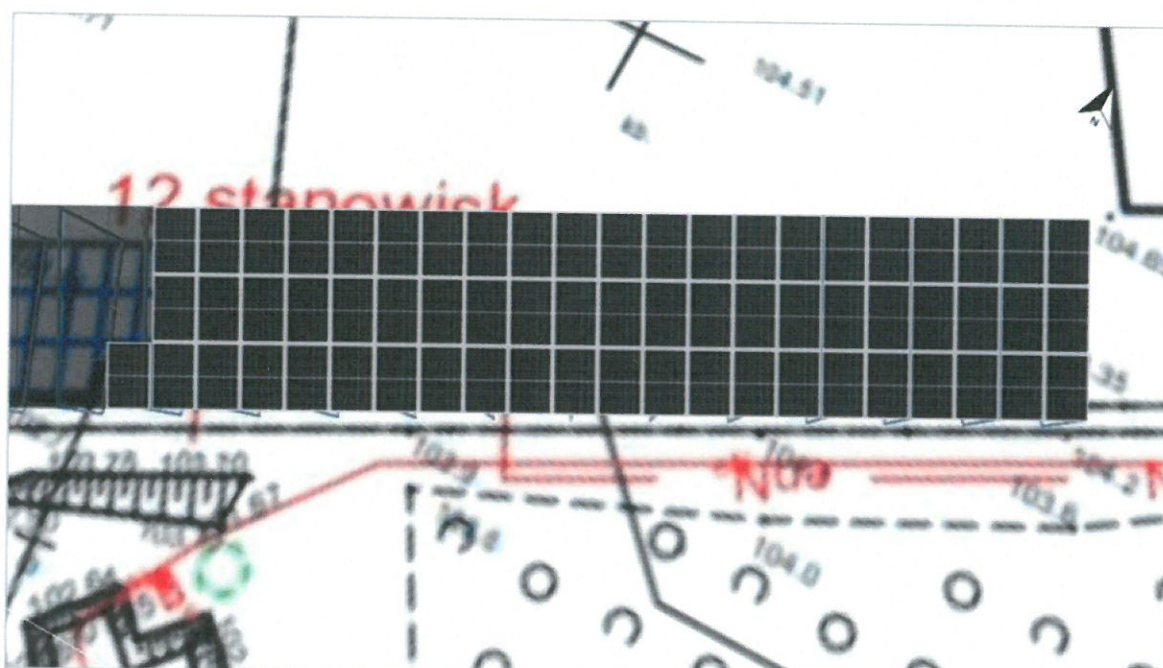
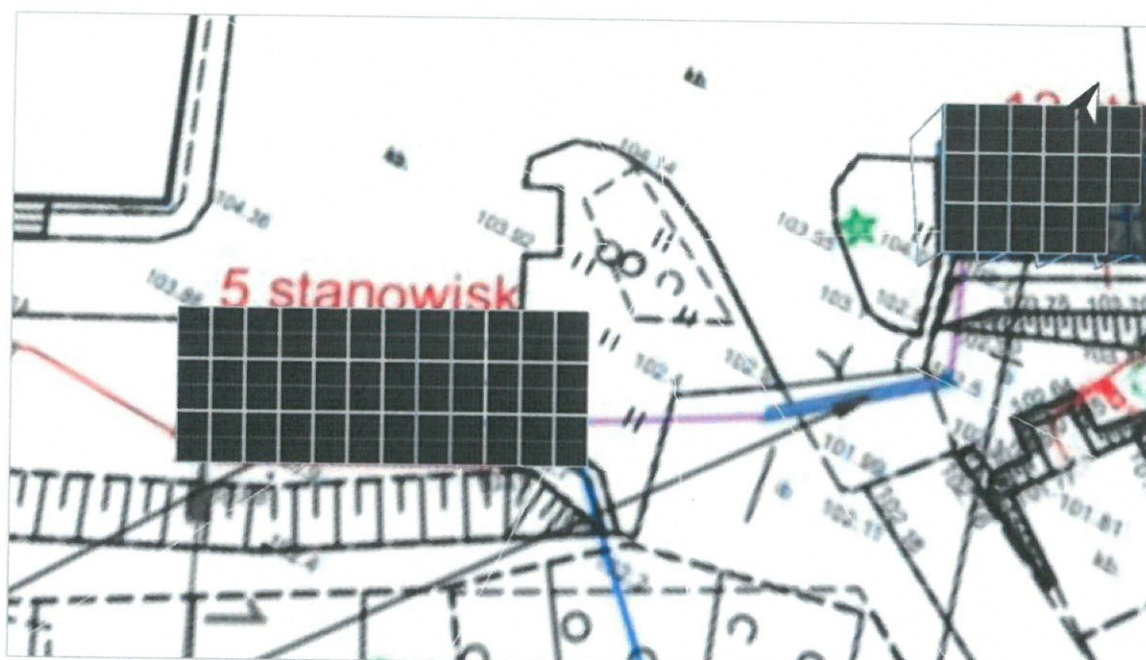
W modelu uwzględniono zapotrzebowanie w energię elektryczną obiektu, danego PPE – wg. danych dostarczonych przez Inwestora.

Dane klimatyczne – Model symulacyjny w środowisku PVSol

Lokalizacja	Szubin, POL (1991 - 2010)
Rozdzielczość danych	1 h
Zastosowane modele symulacji:	
- Promieniowanie rozproszone na powierzchni poziomej	Hofmann
- Nastęnczenie powierzchni nachylonej	Hay & Davies



Horyzont (Projektowanie 3D)



4.2 Wyniki symulacji pracy

W poniższych tabelach zestawiono wyniki pracy instalacji w skali roku. Nie uwzględnia się spadku wydajności na przestrzeni lat z uwagi na degradację modułów fotowoltaicznych – wg. SWZ maksymalny spadek wydajności nie większy niż 84,8% na przestrzeni 25 lat.

Produkcja

Moc generatora PV	47,97	kWp
Spec. uzysk roczny	1092,09	kWh/kWp
Stosunek wydajności (PR)	92,30	%
Zmniejszenie uzysku na skutek zacinienia	0	%/rok
Energia wyprodukowana przez system PV (sieć AC)	52 437	kWh/rok
Emisja CO ₂ , której dało się uniknąć:	24 622	kg / rok

Oszacowanie emisji dwutlenku węgla - 0,812 Mg CO₂/MWh w przypadku energii elektrycznej, na podstawie zgodnie z wytycznymi Krajowego Ośrodka Bilansowania i Zarządzania Emisjami (energia elektryczna – współczynnik referencyjny dla KSE, energia cieplna – współczynnik dla ciepła sieciowego).

Schemat przepływu energii

Projekt: szubin bez drzew



Wszystkie wartości w kWh
Z uwagi na zaokrąglanie sum mogą występować różnice między
transakcjami w kWh i MWh

Ilustracja: Przepływ energii

Schemat przepływu energii

4.3 Bilans energetyczny instalacji

W poniższej tabeli zestawiono szczegółowy bilans energetyczny pracy instalacji.

Bilans energetyczny instalacji PV

Bilans energetyczny instalacji PV

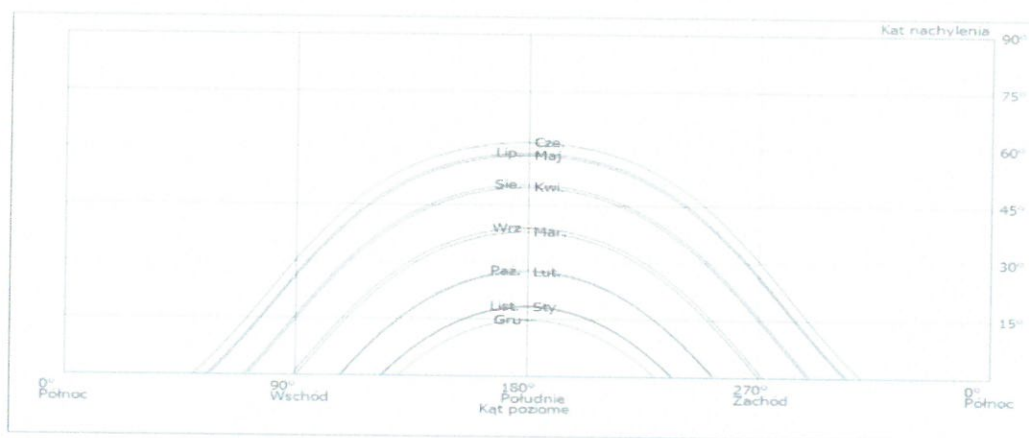
Promieniowanie globalne, poziomo	1 119,02 kWh/m²	
Odchylenie od standardowego widma	-11,19 kWh/m ²	-1,00 %
Odbicie od gruntu (albedo)	1,68 kWh/m ²	0,15 %
Orientacja i nachylenie modułów fotowoltaicznych	73,32 kWh/m ²	6,61 %
Zacienienie niezależne od modułu	0,00 kWh/m ²	0,00 %
Odbicia na powierzchni modułu	-29,70 kWh/m ²	-2,51 %
Globalne nasłonecznienie na moduł	1 153,14 kWh/m²	
	1 153,14 kWh/m ²	
	x 228,472 m ²	
	= 263 459,80 kWh	
Globalne nasłonecznienie PV	263 459,80 kWh	
Zanieczyszczenie	0,00 kWh	0,00 %
Konwersja STC (współczynnik sprawności znamionowej modułu 21 %)	-208 129,07 kWh	-79,00 %
Znamionowa energia PV	55 330,73 kWh	
Zacienienie częściowe specyficzne dla modułu	-4,74 kWh	-0,01 %
Zachowanie w warunkach słabego oświetlenia	-339,61 kWh	-0,61 %
Odchylenie od znamionowej temperatury modułu	-190,62 kWh	-0,35 %
Diody	-1,08 kWh	0,00 %
Niedopasowanie (dane producenta)	-1 095,89 kWh	-2,00 %
Niedopasowanie (konfiguracja/zacienienie)	-0,01 kWh	0,00 %
Energia PV (DC) bez regulacji falownika	53 698,78 kWh	
Spadek mocy poniżej mocy początkowej DC	-9,44 kWh	-0,02 %
Regulacja zakresu napięcia MPP	0,00 kWh	0,00 %
Regulacja maks. prądu DC	0,00 kWh	0,00 %
Regulacja maks. mocy prądu DC	0,00 kWh	0,00 %
Regulacja maks. mocy prądu AC/cos phi	-1,51 kWh	0,00 %
Adaptacja MPP	-53,69 kWh	-0,10 %
Energia PV (DC)	53 634,15 kWh	
Energia na wejściu falownika	53 634,15 kWh	
Odchylenie napięcia wejściowego od znamionowego	-116,76 kWh	-0,22 %
Konwersja z prądu DC na AC	-1 079,99 kWh	-2,02 %
Pobór w trybie czuwania (Falownik)	-49,83 kWh	-0,10 %
Straty całkowite w kablu	0,00 kWh	0,00 %
Energia PV (AC) odjęć zużycie podczas czuwania	52 387,56 kWh	
Energia wyprodukowana przez system PV (sieć AC)	52 437,39 kWh	

4.4 Model symulacyjny wariant 2

Szacunkową produkcję w skali roku oszacowano na bazie przeprowadzonej symulacji komputerowej pracy instalacji w środowisku PVSol, na podstawie modelu zgodnego z poniższą tabelą. Szczegółowy bilans energetyczny, w tym energię wykorzystaną na własne zapotrzebowanie oraz oddaną do sieci zestawiono w dalszej cz. opracowania.

Dane klimatyczne – Model symulacyjny w środowisku PVSol

Lokalizacja	Szubin, POL (1991 - 2010)
Rozdzielczość danych	1 h
Zastosowane modele symulacji:	
- Promieniowanie rozproszone na powierzchni poziomej	Hofmann
- Nasłonecznienie powierzchni nachylonej	Hay & Davies

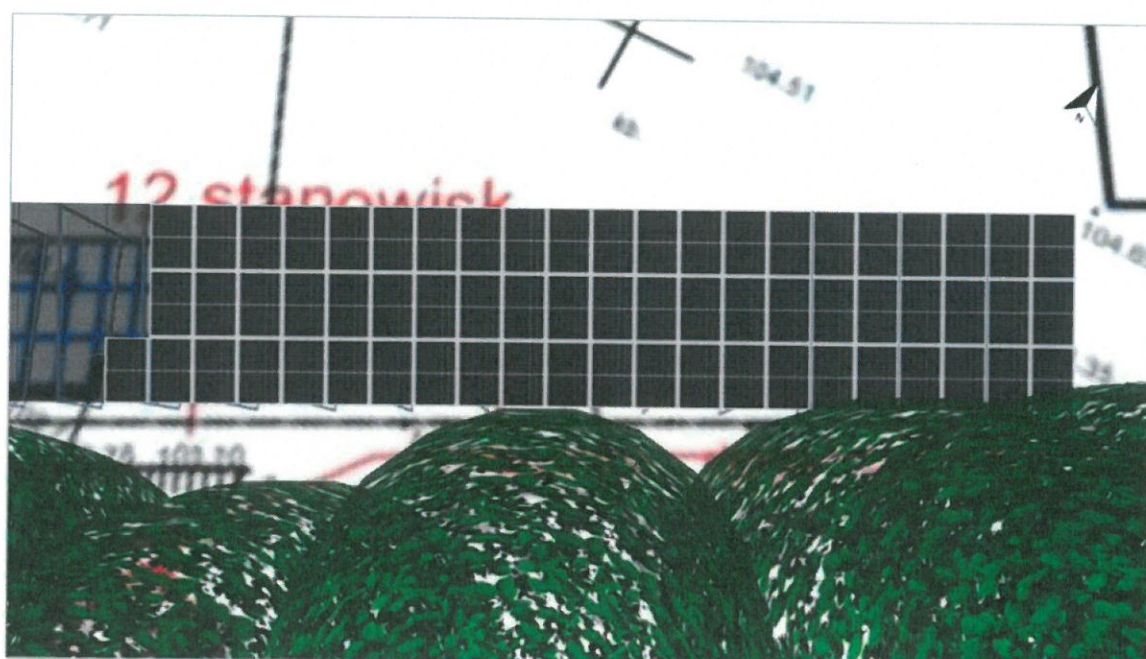


Ilustracja: Horyzont (Projektowanie 3D)

Horyzont (Projektowanie 3D)



Ilustracja: 1. Powierzchnię modułu - Wolna powierzchnia (Wycinek mapy) - Powierzchnia Południe



Ilustracja: 2. Powierzchnię modułu - Wolna powierzchnia (Wycinek mapy) - Powierzchnia Południe

Model 3D

4.5 Wyniki symulacji pracy wariant 2

W poniższych tabelach zestawiono wyniki pracy instalacji w skali roku. Nie uwzględnia się spadku wydajności na przestrzeni lat z uwagi na degradację modułów fotowoltaicznych – wg. SWZ maksymalny spadek wydajności nie większy niż 84,8% na przestrzeni 25 lat.

Produkcja

Moc generatora PV	47,97	kWp
Spec. uzysk roczny	617,22	kWh/kWp
Stosunek wydajności (PR)	53,11	%
Zmniejszenie uzysku na skutek zacinienia	43,5	%/rok
Energia wyprodukowana przez system PV (sieć AC)	29 658	kWh/rok
Emisja CO ₂ , której dało się uniknąć:	13 916	kg / rok

Oszacowanie emisji dwutlenku węgla - 0,812 Mg CO₂/MWh w przypadku energii elektrycznej, na podstawie zgodnie z wytycznymi Krajowego Ośrodka Bilansowania i Zarządzania Emisjami (energia elektryczna – współczynnik referencyjny dla KSE, energia cieplna – współczynnik dla ciepła sieciowego).

Schemat przepływu energii

Projekt: szubin z drzewami



Wszystkie wartości w kWh
Z uwagi na zaokrąglenie w celu zapewnienia dokładności
wyników tych danych.

Ilustracja: Przepływ energii

Schemat przepływu energii

4.6 Bilans energetyczny instalacji

W poniższej tabeli zestawiono szczegółowy bilans energetyczny pracy instalacji wariant 2.

Bilans energetyczny instalacji PV

Bilans energetyczny instalacji PV

Promieniowanie globalne, poziomo	1 119,02 kWh/m²	
Odchylenie od standardowego widma	-11,19 kWh/m ²	-1,00 %
Odbicie od gruntu (albedo)	1,68 kWh/m ²	0,15 %
Orientacja i nachylenie modułów fotowoltaicznych	73,32 kWh/m ²	6,61 %
Zacienienie niezależne od modułu	-20,95 kWh/m ²	-1,77 %
Odbicia na powierzchni modułu	-29,28 kWh/m ²	-2,52 %
Globalne nasłonecznienie na moduł	1 132,61 kWh/m²	
	1 132,61 kWh/m ²	
	x 228,472 m ²	
	= 258 768,02 kWh	
Globalne nasłonecznienie PV	258 768,02 kWh	
Zanieczyszczenie	0,00 kWh	0,00 %
Konwersja STC (współczynnik sprawności znamionowej modułu 21 %)	-204 422,64 kWh	-79,00 %
Znamionowa energia PV	54 345,38 kWh	
Zacienienie częściowe specyficzne dla modułu	-19 162,48 kWh	-35,26 %
Zachowanie w warunkach słabego oświetlenia	-376,85 kWh	-1,07 %
Odchylenie od znamionowej temperatury modułu	122,31 kWh	0,35 %
Diody	-390,02 kWh	-1,12 %
Niedopasowanie (dane producenta)	-690,77 kWh	-2,00 %
Niedopasowanie (konfiguracja/zacienienie)	-2 881,04 kWh	-8,51 %
Energia PV (DC) bez regulacji falownika	30 966,54 kWh	
Spadek mocy poniżej mocy początkowej DC	-9,45 kWh	-0,03 %
Regulacja zakresu napięcia MPP	-410,26 kWh	-1,33 %
Regulacja maks. prądu DC	0,00 kWh	0,00 %
Regulacja maks. mocy prądu DC	0,00 kWh	0,00 %
Regulacja maks. mocy prądu AC/cos phi	0,00 kWh	0,00 %
Adaptacja MPP	-30,55 kWh	-0,10 %
Energia PV (DC)	30 516,28 kWh	
Energia na wejściu falownika	30 516,28 kWh	
Odchylenie napięcia wejściowego od znamionowego	-94,92 kWh	-0,31 %
Konwersja z prądu DC na AC	-763,40 kWh	-2,51 %
Pobór w trybie czuwania (Falownik)	-49,98 kWh	-0,17 %
Straty całkowite w kablu	0,00 kWh	0,00 %
Energia PV (AC) odjąć zużycie podczas czuwania	29 607,98 kWh	
Energia wyprodukowana przez system PV (sieć AC)	29 657,96 kWh	

4.7 Podsumowanie

Ze względu na duże zacienienie przez drzewa w przypadku wariantu 2, zaleca się usunięcie drzew w okolicach parkingu w południowej części.

Symulacja produkcji energii elektrycznej przez system PV dla wariantu:

- Wariant 1 - 52 437,39 kWh,
- Wariant 2 - 29 657,96 kWh.

5. Część rysunkowa

Rysunek nr E01A – Plan zagospodarowania terenu

Rysunek nr E01B – Zagospodarowanie terenu – wiaty garażowe do 50m²

Rysunek nr E02/A – Schemat instalacji

Rysunek nr E02/B – Konstrukcja

Rysunek nr E02/C – Konstrukcja

woj. kujawsko - pomorskie
powiat nakieński
jedn. ewid. Szubin - ob. wiejski [041005_5]
obręb : Szubin Wieś [0031]
dz. nr 3285/5
Id.Z.P.G.: SWG.6640.623.2024
ark. mapy 6.191.18.20.4.3; 25.2.1

Układ współrzędnych prostokątnych 2000 n.ś.
Układ wysokości PL-ETRF2007+n.ś.

Na mapie nie ujawniono szlacheńskich gruntów.

Data 20.03.2024 r.

Legenda:

----- - zămea artificializată

[illegible]

AZYMUT PRO sp. z o.o.
85-027 Bydgoszcz, ul. Jagiellońska
tel. 533-534-015
NIP 967-145-34-37

Cyfrowo podpisane przez Piotr Krokowski
 DN: cn=Piotr Krokowski, c=PL
 Powód: Zatwierdzam ten dokument
 Data: 2024.03.22 22:13:38 +01'00'










Proj. wyłącznik pożarowy PWP na konstrukcji PV

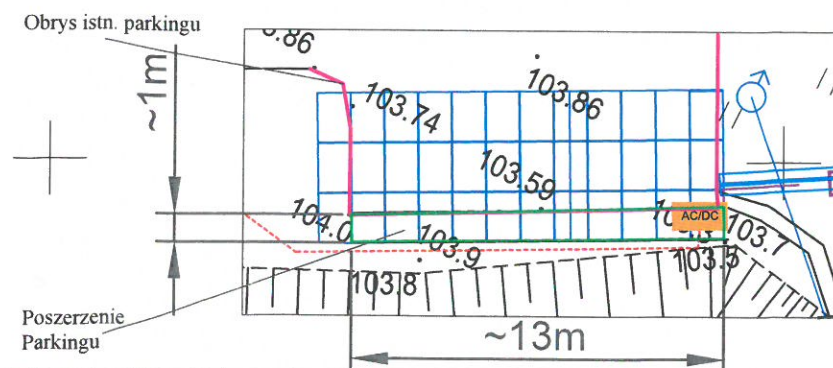
Proj. linia kablowa nn-0,4kV
dł. kabla 64 m, dł. trasy 70m

Proj. rura ochronna, dł. 22 m

**Zwiększenie
powierzchni chodnika
o około 13 m²
Falownik nr 1**

Legenda:

	Proj. ziemne trasy kablowe nN-0,4 kV		Falowniki AC/DC
	Moduły fotowoltaiczne		Kabel DC
	Poszerzenie istniejącego miejsca parkinowego ~15m ²		Wyłącznik PWP
	Proj. kabel pożarowy HDGS 2x1,5mm ² do PWP w rurze osłonowej		Oznaczenie braku modułu PV na konstrukcji
	Rura ochronna DVK-75 oraz SRS-75 (pod drogą)		



Licznik nr 2
Moc instalacji 26,24 kW,
Moc przyłączeniowa 27 kW
PPE: 590310600010966763
Proj. rozdzielnica
6 modułowa
Istn.
wylłącznik pożarowy

Proj. linia kablowa nn-0,4kV
dl. trasy 55m dl. kabla 61m
odsuniecie od
istn. kabla min.0,5m

jedn. ewid: Szubin - ob. wiejski
obręb: Szubin Wieś




Proj. kabel DC,
dl. trasy 25 m, dl. kabla 29m, 98.4
w rurze ochronnej 98.6
Proj. przecis pod droga, dl. 8 m 98.7

Proj. kabel pożarowy,
dł. tras 30m, dł. kabla 35 m
w rurze ochronnej
Proj. przecis pod droga, dł. 8 m

**RZECZOZNAWCA DO SPRAW ZABEZPIECZEN
PRZECIWPÓŻAROWYCH**

mgr Roman Kukliński Nr upr. 511/2009
Inowrocław, dnia

Zgodność projektu z wymaganiami
ochrony przeciwpożarowej
bez uwag stwierdzam ~~z uwagami~~

	BIURO PROJEKTOWE: eNQU Sp. z o.o. ul. Grunwaldzka 4/10, 85-236 Bydgoszcz. biuro@enqu.pl	INWESTOR: Nadleśnictwo Szubin Szubin Wieś 52, 89-200 Szubin Wierś NIP: 562 000 50 75	NR. PROJEKTU: PVu 01 24	
	TEMAT: Projekt budowy wiat parkingowych typu Carport wraz z instalacją fotowoltaiczną o mocy 47,97 kW			
TYTUŁ RYSUNKU: Projekt zagospodarowania terenu			DATA: 04. 2024	
PROJEKTANT: mgr inż. Patryk Michalski Uprawnienia budowlane do projektowania bez ograniczeń w specjalności instalacyjnej w zakresie sieci, instalacji i urządzeń elektrycznych i elektroenergetycznych			BRANŻA: ELEKTRYCZNA	PROJEKT: BUDOWLANY
SPRAWDZAJĄCY: -			PODPIS: 	DATA: 22. 04. 2024
OPRACOWAŁ: Kamil Rafalski			PODPIS: 	NR. RYSUNKU: E-01A FORMAT: A3

Mapa do celów projektowych
skala 1:500

woj. kujawsko - pomorskie
powiat nakielski

obręb : Szubin Wieś [0031]

dz. nr 3285/5

Id.Z.P.G.: SWG.6640.623.2024

ark. mapy 6.191.18.20.4.3; 25.2.1

Poświadczam, że niniejszy dokument został opracowany w wyniku prac geodezyjnych i kartograficznych, których rezultaty zawiera operat techniczny pozytywnie zweryfikowany. Jednocześnie informuję, że jestem świadomy odpowiedzialności kamej za złożenie fałszywego oświadczenia.

Identyfikator zgłoszenia prac geodezyjnych	SWG.6640.623.2024
Organ służby geodezyjnej, który otrzymał zgłoszenie	STAROSTA NAKIELSKI
Wykonawca prac geodezyjnych	Azymut Pro sp. z o.o.
Nr oraz data sporządzenia dokumentu zawierającego wyniki pozytywnej weryfikacji	Protokół Weryfikacji Nr 27779 z dnia 22.03.2024 r.
Imię i nazwisko oraz nr uprawnień zawodowych kierownika prac	Piotr Krokowski Nr uprawnień 11790

AZYMUT PRO sp.z.o.o.
85-027 Bydgoszcz, ul. Jagiellońska 95
tel. 533-534-015
NIP 967-145-34-37

Układ współrzędnych prostokątnych 2000 s.6

Układ wysokości PL-EVRF2007-NH

Zastrzegam, że opracowana mapa może nie zawierać pełnej informacji o przebiegu przewodów podziemnych, których z powodu braku zgłoszenia do geodezyjnej inwentaryzacji powykonawczej, braku danych z instytucji branżowych oraz stosowanych metod pomiaru ujawnienie jest niemożliwe.

Na mapie nie ujawniono służebności gruntowych

Data 20.03.2024 r.

Legenda:

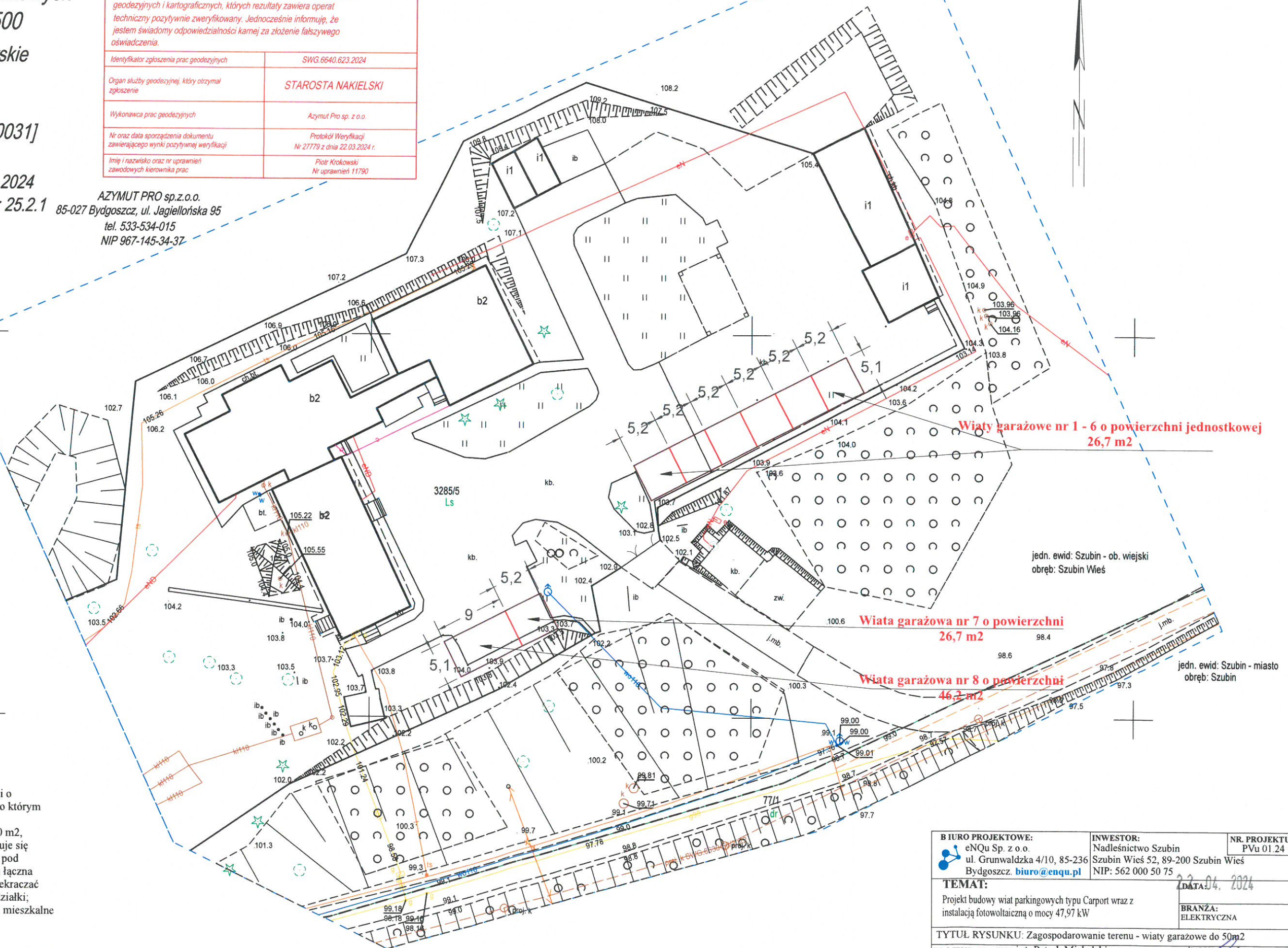
— zakres aktualizacji

Zgodnie z art. 29.2. Nie wymaga decyzji o pozwoleniu na budowę oraz zgłoszenia o którym mowa w art. 30 budowa:

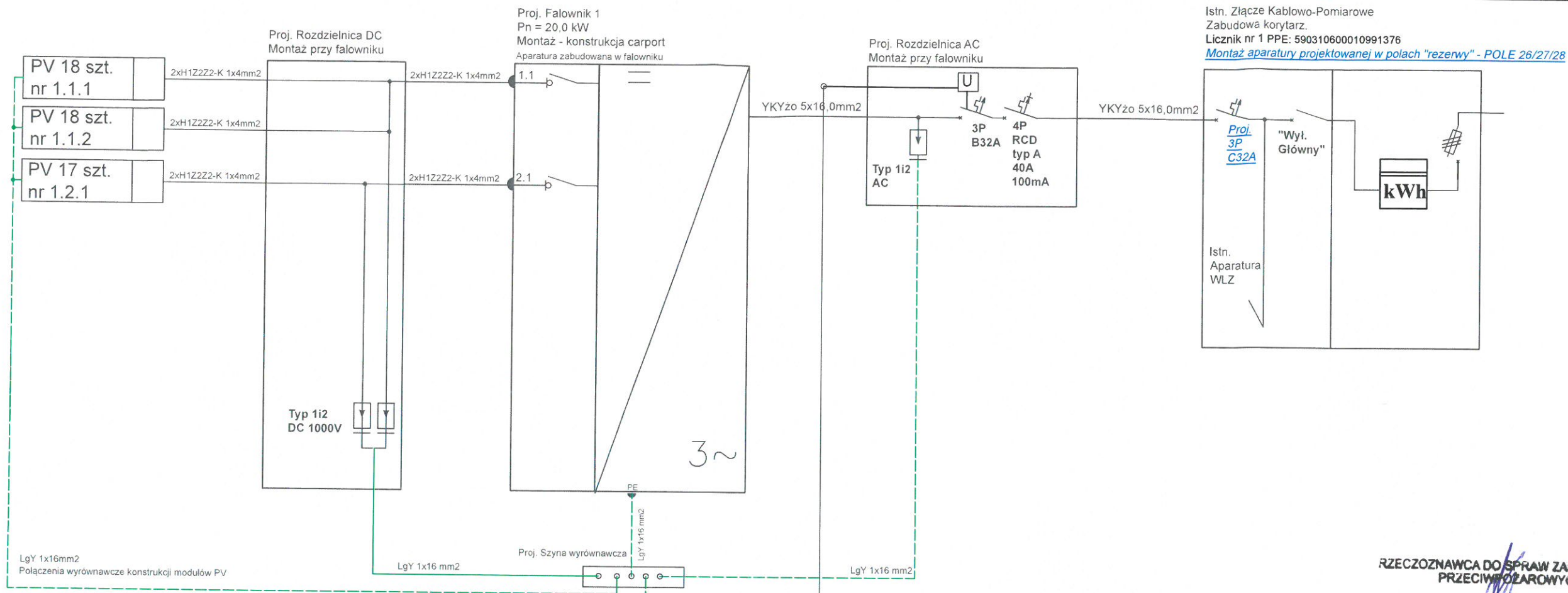
2) Wiaty o powierzchni zabudowy do 50 m², sytuowanych na działce, na której znajduje się budynek mieszkalny, lub przeznaczonej pod budownictwo mieszkaniowe, przy czym łączna liczba tych wiat na działce nie może przekraczać dwóch na każde 1000 m² powierzchni działki;
Na dz. 3285/5 znajdują się dwa budynki mieszkalne

Legenda:

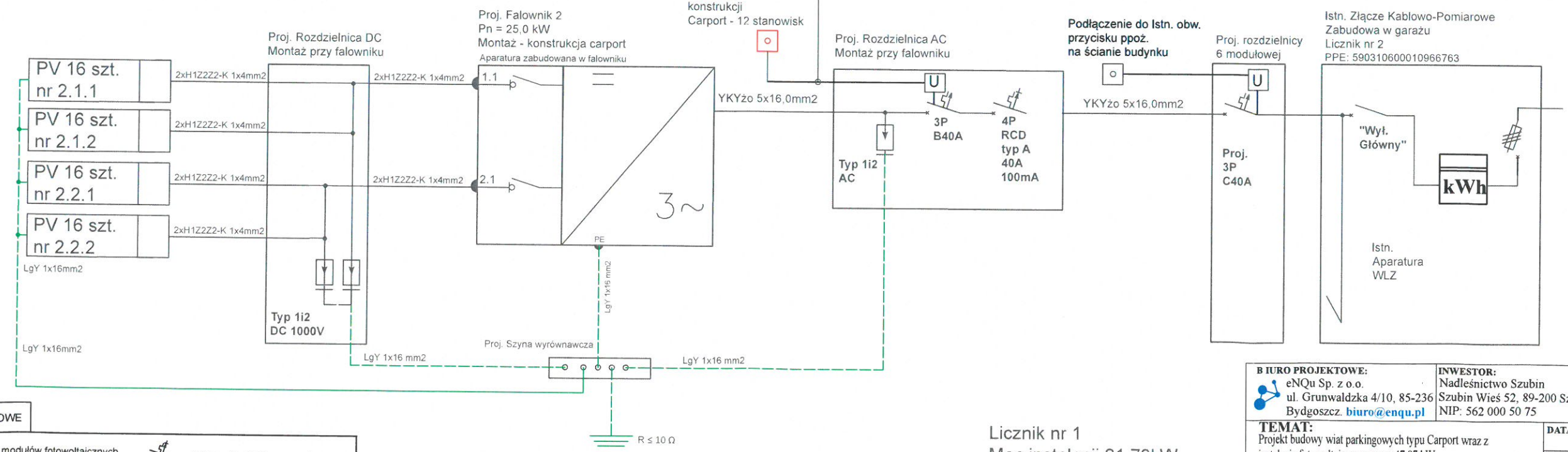
Wiaty garażowe



BIURO PROJEKTOWE: eNQu Sp. z o.o. ul. Grunwaldzka 4/10, 85-236 Bydgoszcz. biuro@enqu.pl	INWESTOR: Nadleśnictwo Szubin Szubin Wieś 52, 89-200 Szubin Wieś NIP: 562 000 50 75	NR. PROJEKTU: PVu 01.24
TEMAT: Projekt budowy wiat parkingowych typu Carport wraz z instalacją fotowoltaiczną o mocy 47,97 kW	DATA: 04. 2024	BRANŻA: ELEKTRYCZNA
TYTUŁ RYSUNKU: Zagospodarowanie terenu - wiaty garażowe do 50m ²	PROJEKTANT: mgr inż. Patryk Michalski nr ewid. KUP/0271/PBE/21	PODPIS: 2024
SPRAWDZAJĄCY:	OPRACOWAŁ: Kamil Rafalski	PODPIS: 2024
NR. RYSUNKU: E-01B	FORMAT: A3	



RZECZOZNAWCA DO SPRAW ZABEZPIECZEN PRZECIWOPOŻAROWYCH
mgr Roman Kukliński Nr upr. 511/2009
Inowrocław, dnia 22.04.2024
Zgodność projektu z wymaganiami ochrony przeciwpożarowej
bez uwag stwierdzam



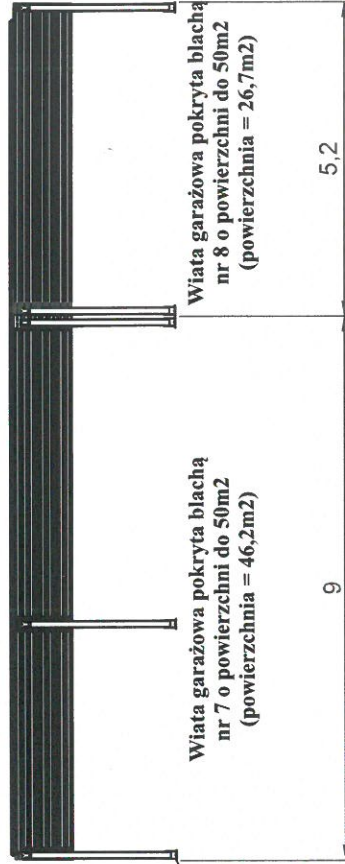
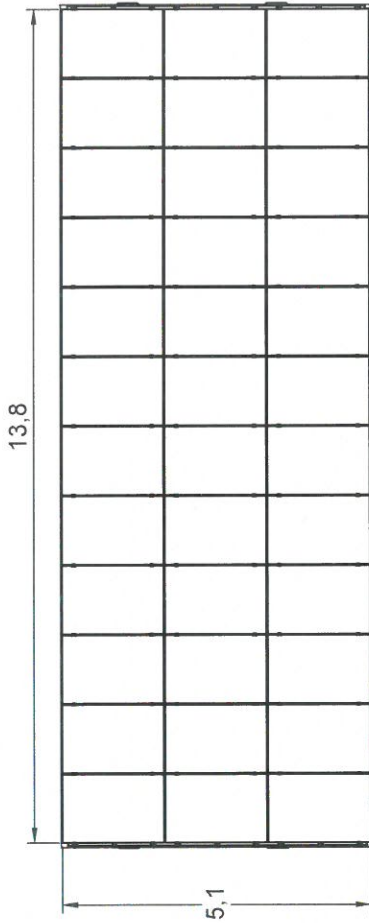
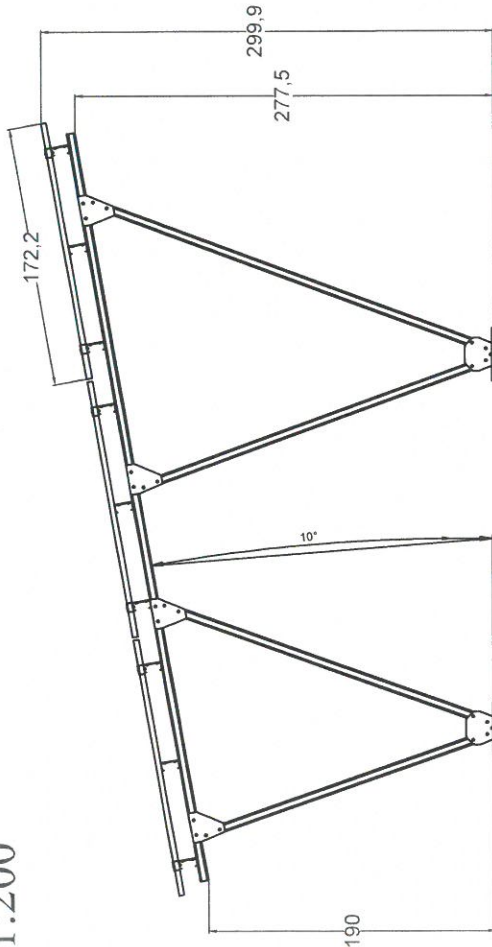
Licznik nr 1
Moc instalacji 21,73kW,
Moc przyłączeniowa 22kW
PPE: 590310600010991376
Licznik nr 2
Moc instalacji 26,24 kW,
Moc przyłączeniowa 27 kW
PPE: 590310600010966763

TN-C-S	3-FAZOWE
LEGENDA:	
	Łańcuch modułów fotowoltaicznych
	X - nr falownika
	Y - nr MPPT
	Z - nr łańcucha dla danego MPPT
	Moduł fotowoltaiczny o mocy 410 W
	Falownik sieciowy
	Wyłącznik różnicowoprądowy
	Wyłącznik nadprądowy
	Ogranicznik przepięć
	Rozłącznik izolacyjny


BIURO PROJEKTOWE: eNQu Sp. z o.o. ul. Grunwaldzka 4/10, 85-236 Bydgoszcz. biuro@enqu.pl		INWESTOR: Nadleśnictwo Szubin Szubin Wieś 52, 89-200 Szubin Wieś NIP: 562 000 50 75	NR. PROJEKTU: PVu 01.24
TEMAT: Projekt budowy wiat parkingowych typu Carport wraz z instalacją fotowoltaiczną o mocy 47,97 kW		DATA: 22.04.2024	BRANŻA: ELEKTRYCZNA
TYTUŁ RYSUNKU: Schemat jednokreskowy		PROJEKTANT: mgr inż. Patryk Michalski Uprawnienia budowlane do projektowania bez ograniczeń w specjalności instalacyjnej w zakresie sieci, instalacji i urządzeń elektrycznych i elektroenergetycznych	PROJEKT: BUDOWLANY
SPRAWDZAJĄCY:		OPRACOWAŁ:	FORMAT: E-02/A A3

1:125

Wymiary
modułów PV



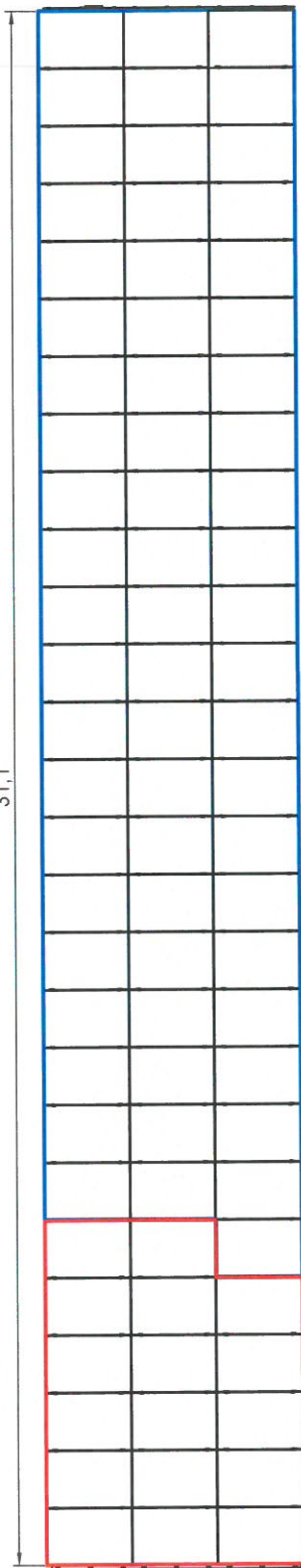
Montaż pierwszego
słupka na trawie.
Wykonanie
dodatkowego podłoża
betonowego pod słupek

<div>BIURO PROJEKTOWE:</div> <div>eNQu Sp. z o.o.</div> <div></div> <div>ul. Grunwaldzka 4/10, 85-236</div> <div>Bydgoszcz. biuro@enqu.pl</div>	<div>INWESTOR:</div> <div>Nadleśnictwo Szubin</div> <div>Szubin Wieś 52, 89-200 Szubin Wieś</div> <div>NIP: 562 000 50 75</div>	NR. PROJEKTU:	PVu 01.24
<div>TEMAT:</div> <div>Projekt budowy wiat parkingowych typu Carport wraz z instalacją fotowoltaiczną o mocy 47,97 kW</div>		DATA	22.04.2024
		BRANŻA:	PROJEKT: BUDOWLANY
<div>TYTUŁ RYSUNKU: KONSTRUKCJA</div>			
<div>PROJEKTANT: mgr inż. Patryk Michalski nr ewid. KUP/0271/PBE/21</div> <div>Uprawnienia budowlane do projektowania bez ograniczeń w specjalności instalacyjnej w zakresie sieci, instalacji i urządzeń elektrycznych i elektroenergetycznych</div>			
<div>SPRAWDZAJĄCY:</div>			
<div>OPRACOWAŁ: Kamil Rafalski</div>			
		PODPIŚCIE	22.04.2024
		NR. RYSUNKU:	FOK/01/24
		E-02/B	A4

Wymiary
modułów PV

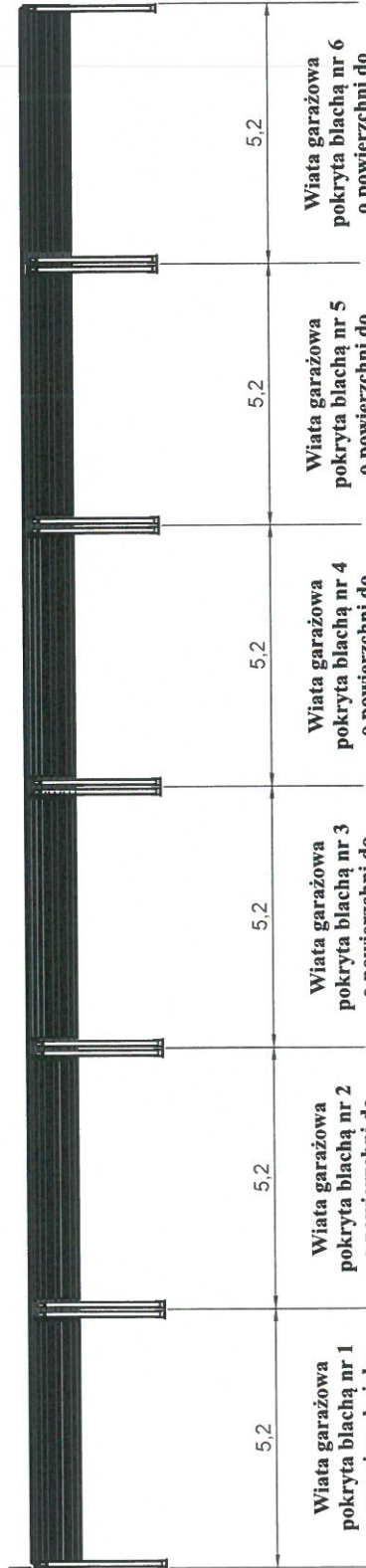
1:150

31,1



Falownik nr 1

Falownik nr 2



Wiata garażowa
pokryta blachą nr 1
o powierzchni do
50m2

Wiata garażowa
pokryta blachą nr 2
o powierzchni do
50m2

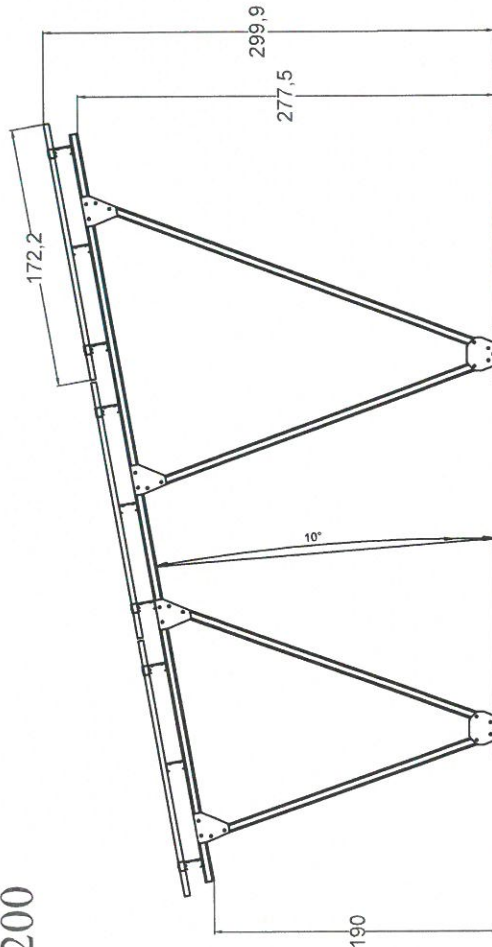
Wiata garażowa
pokryta blachą nr 3
o powierzchni do
50m2

Wiata garażowa
pokryta blachą nr 4
o powierzchni do
50m2

Wiata garażowa
pokryta blachą nr 5
o powierzchni do
50m2


Wiata garażowa
pokryta blachą nr 6
o powierzchni do
50m2

1:200



Powierzchnia jednostkowa wiaty 12 Stanowisk parkingowych
garażowej 26,7 m2 Wymiary 1 stanowiska: 5m x 2,5m

Montaż blachy trapezowej pod
panelami

BIURO PROJEKTOWE: eNQu Sp. z o.o.  ul. Grunwaldzka 4/10, 85-236 Szubin Wic 52, 89-200 Szubin Wic Bydgoszcz. biuro@enqu.pl	INWESTOR: Nadlesnictwo Szubin Szubin Wic 52, 89-200 Szubin Wic NIP: 562 000 50 75	NR. PROJEKTU: PVu 01.24	
TEMAT: Projekt budowy wiat parkingowych typu Carport wraz z instalacją fotowoltaiczną o mocy 47,97 kW	DATA: 2. 04. 2024	PROJEKT: BUDOWLANY	BRANŻA:
TYTUŁ RYSUNKU: KONSTRUKCJA			
PROJEKTANT: mgr inż. Patryk Michalski nr ewid. KUP/0271/PBE/21			
Uprawnienia budowlane do projektowania bez ograniczenia w specjalności instalacyjnej w zakresie sieci, instalacji i urządzeń elektrycznych i elektroenergetycznych			
SPRAWDZAJĄCY:			
OPRACOWAŁ: Kamil Rafalski			
NR. RYSUNKU: E-02/C			
FORMA: A4			