

Egzemplarz 4

Projekt techniczny

(wg art. 29, pkt. 4 ppkt.3 Prawa Budowlanego)

Inwestor: Urząd Gminy Osieczna
ul. Powstańców Wlkp. 6
64-113 Osieczna

Obiekt: Budowa instalacji fotowoltaicznej o mocy 49,68kW
usytuowanej na gruncie – dz. 442/3, 441 i 443/6 dla
Szkoły Podstawowej w Kąkolewie

Adres: Kąkolewo ul. Krzywińska 14, gmina Osieczna,
powiat leszczyński, województwo wielkopolskie

Nr działek: jednostka ewidencyjna 301303_5 Osieczna-obszar wiejski
Obręb 0006 Kąkolewo, dz.443/7, 384/2, 442/3, 441, 443/6

Projektant: Wiesław Janura
(branża elektryczna)
uprawnienia budowlane do projektowania bez ograniczeń
w specjalności instalacyjnej w zakresie sieci, instalacji i urządzeń
elektrycznych i elektroenergetycznych nr upr. 7131/14/P/2001

Opracował: Krzysztof Łysikowski

Projektant: Mirosław Węclaś
(branża konstrukcyjna)
uprawnienia budowlane do projektowania bez ograniczeń
w specjalności konstrukcyjno-budowlanej nr ewid. 1685/94/Lo

Leszno, grudzień 2022 r.

2. SPIS ZAWARTOŚCI OPRACOWANIA

1.	Strona tytułowa	ark. 1
2.	Spis zawartości opracowania	ark. 2
3.	Uprawnienia do projektowania	ark. 3-6
4.	Oświadczenie projektantów	ark. 7
5.	Przedmiot opracowania	ark. 8
6.	Podstawa opracowania	ark. 8
7.	Informacja o obszarze oddziaływania	ark. 8-9
8.	Charakterystyka instalacji fotowoltaicznej	ark. 9
9.	Opis techniczny	ark. 9
9.1.	Część fotowoltaiczna	ark. 9-10
9.2.	Część elektryczna dla prądu DC i AC	ark. 11-12
9.3.	Instalacje i ochrony urządzeń fotowoltaicznych	ark. 12-13
10.	Prognoza uzysku energii elektrycznej	ark. 13-14
11.	Obliczenia techniczne	ark. 14-15
12.	Uwagi końcowe	ark. 15
13.	Zestawienie materiałów	ark. 16
14.	Rysunki nr:	
1	Szkic umiejscowienia paneli fotowoltaicznych	ark. 17
2	Szkic umiejscowienia konstrukcji dla paneli fotowoltaicznych	ark. 18
3	Wizualizacja posadowienia paneli fotowoltaicznych	ark. 19
4	Wizualizacja instalacji fotowoltaicznej z przeprowadzoną analizą zacienienia	ark. 20
5	Schemat ideowy instalacji fotowoltaicznej	ark. 21
15.	Konstrukcja	ark. 22-23

3. UPRAWNIENIA DO PROJEKTOWANIA

WOJEWODA WIELKOPOLSKI

Poznań, dnia 11 stycznia 2001 roku

Nr uprawn. 7131/14/P/2001

DECYZJA **o nadaniu uprawnień budowlanych**

Na podstawie art. 12 ust. 1 pkt. 1, 5 i 6, art. 13 ust. 1 pkt. 1, art. 14 ust. 1 pkt. 5 i ust. 3 pkt. 1 ustawy dnia 7 lipca 1994 r. Prawo budowlane (Dz. U. Nr 89, poz. 414 z późniejszymi zmianami) w związku z § 3 i § 9 ust. 1 rozporządzenia Ministra Gospodarki Przestrzennej i Budownictwa z dnia 30 grudnia 1994 r. w sprawie samodzielnych funkcji technicznych w budownictwie (Dz. U. Nr 8, poz. 38) stwierdza się, że

Pan Wiesław JANURA

magister inżynier elektryk

syn. Jana i Marli

urodzony 24 lipca 1962 r. w Rawiczu

zdał egzamin przed Komisją Egzaminacyjną, w związku z czym nadaje Pana uprawnienia budowlane do projektowania **bez ograniczeń** w specjalności instalacyjnej w zakresie sieci, instalacji i urządzeń elektrycznych i elektroenergetycznych

Pan Wiesław Janura

jest uprawniony do:

- projektowania i sprawdzania projektów budowlanych w specjalności objętej tymi uprawnieniami,
- sprawowania nadzoru autorskiego,
- sprawowania kontroli technicznej utrzymania obiektów budowlanych,
- wykonywania nadzoru budowlanego – w zakresie sieci, instalacji i urządzeń elektrycznych i elektroenergetycznych.



Zap. WOJEWODY

mgr inż. arch. Andrzej J. Nowak
Dyrektor Wydziału
Architektury i Budownictwa
Główny Architekt Wojewódzki



Zaświadczenie

o numerze weryfikacyjnym:

WKP-V7K-N68-G27 *

Pan Wiesław Janura o numerze ewidencyjnym WKP/IE/1674/01
adres zamieszkania Mastowo ul. Bociania 8, 63-900 Rawicz
jest członkiem Wielkopolskiej Okręgowej Izby Inżynierów Budownictwa i posiada wymagane
ubezpieczenie od odpowiedzialności cywilnej.
Niniejsze zaświadczenie jest ważne od 2022-01-01 do 2022-12-31.

Zaświadczenie zostało wygenerowane elektronicznie i opatrzone bezpiecznym podpisem elektronicznym
weryfikowanym przy pomocy ważnego kwalifikowanego certyfikatu w dniu 2021-12-23 roku przez:

Jerzy Stroński, Przewodniczący Rady Wielkopolskiej Okręgowej Izby Inżynierów Budownictwa.

(Zgodnie art. 5 ust 2 ustawy z dnia 18 września 2001 r. o podpisie elektronicznym (Dz. U. 2001 Nr 130 poz. 1450) dane w postaci
elektronicznej opatrzone bezpiecznym podpisem elektronicznym weryfikowanym przy pomocy ważnego kwalifikowanego certyfikatu są
równoważne pod względem skutków prawnych dokumentom opatrzonym podpisami własnoręcznymi.)

* Weryfikację poprawności danych w niniejszym zaświadczeniu można sprawdzić za pomocą numeru weryfikacyjnego zaświadczenia na
stronie Polskiej Izby Inżynierów Budownictwa www.piib.org.pl lub kontaktując się z biurem właściwej Okręgowej Izby Inżynierów
Budownictwa.



Leszno, dnia 25 lipca 1994 r.

Nr ewid.1685/94/Lo

DECYZJA O STWIERDZENIU PRZYGOTOWANIA ZAWODOWEGO
do pełnienia samodzielnych funkcji technicznych
w budownictwie.

Na podstawie §2 ust.1 pkt.1, §6 ust.2 i §13
ust.1 pkt.2 rozporządzenia Ministra Gospodarki Terehowej
i Ochrony Środowiska z dnia 20 lutego 1975r. w sprawie
samodzielnych funkcji technicznych w budownictwie /Dz.U.
Nr 8 poz.46 ze zmianami Dz.U.Nr 42 poz.334 z 1988r. i
Dz.U.Nr 69 poz.299 z 1991 r./ stwierdza się, że Pan

MIROSLAW WĘCZAŚ

magister inżynier budownictwa rolniczego
urodzony dnia 21.IX.1962r. w Rawiczu

posiada przygotowanie zawodowe upoważniające do wykonywa-
nia samodzielnej funkcji

projektanta

w specjalności konstrukcyjno-budowlanej.

Pan MIROSLAW WĘCZAŚ jest upoważniony do:

- 1/ sporządzania projektów w zakresie rozwiązań konstrukcyjno-
budowlanych budynków oraz innych budowli, z wyłączeniem
linii, węzłów i stacji kolejowych, dróg oraz lotniskowych
nawierzchni, mostów, budowli hydrotechnicznych i melioracji
wodnych, -----
- 2/ sporządzania projektów w zakresie rozwiązań architekto-
nicznych budynków inwentarskich i gospodarczych, adaptacji
projektów powtarzalnych innych budynków oraz sporządzania
planów zagospodarowania działki związanych z realizacją
tych budynków.

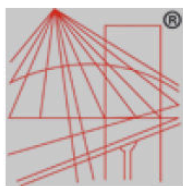
Otrzymuje:

1/Mirosław Węckaś
ul.Przyjemskiego 23
63-900 Rawicz

2/ a/a



UPOWAŻNIENIA WOTWODY
Jacek Urban
Dyrektor Wydziału
Gospodarki Przestrzennej



P O L S K A
I Z B A
INŻYNIERÓW
BUDOWNICTWA

Zaświadczenie

o numerze weryfikacyjnym:

WKP-JCZ-537-7RQ *

Pan Mirosław Węclaś o numerze ewidencyjnym WKP/BO/5494/01
adres zamieszkania Sierakowo ul. Przyjemskiego 23, 63-900 Rawicz
jest członkiem Wielkopolskiej Okręgowej Izby Inżynierów Budownictwa i posiada wymagane
ubezpieczenie od odpowiedzialności cywilnej.
Niniejsze zaświadczenie jest ważne od 2022-01-01 do 2022-12-31.

Zaświadczenie zostało wygenerowane elektronicznie i opatrzone bezpiecznym podpisem elektronicznym
weryfikowanym przy pomocy ważnego kwalifikowanego certyfikatu w dniu 2021-11-30 roku przez:

Jerzy Stroński, Przewodniczący Rady Wielkopolskiej Okręgowej Izby Inżynierów Budownictwa.

(Zgodnie art. 5 ust 2 ustawy z dnia 18 września 2001 r. o podpisie elektronicznym (Dz. U. 2001 Nr 130 poz. 1450) dane w postaci
elektronicznej opatrzone bezpiecznym podpisem elektronicznym weryfikowanym przy pomocy ważnego kwalifikowanego certyfikatu są
równoważne pod względem skutków prawnych dokumentom opatrzonym podpisami własnoręcznymi.)

* Weryfikację poprawności danych w niniejszym zaświadczeniu można sprawdzić za pomocą numeru weryfikacyjnego zaświadczenia na
stronie Polskiej Izby Inżynierów Budownictwa www.piib.org.pl lub kontaktując się z biurem właściwej Okręgowej Izby Inżynierów
Budownictwa.



4. OŚWIADCZENIE PROJEKTANTÓW

OŚWIADCZAM, że projekt techniczny dla tematu „Budowa instalacji fotowoltaicznej o mocy 49,68kW usytuowanej na gruncie – dz. 441, 442/3, 443/6, 443/7 i 384/2 dla Szkoły Podstawowej w Kąkolewie” został sporządzony zgodnie z obowiązującymi przepisami, standardami i zasadami wiedzy technicznej. Projekt jest zgodny z umową i kompletny z punktu widzenia celu, któremu ma służyć.

Funkcja	Imię i Nazwisko	Zakres i numer uprawnień	Podpis
Projektant	Wiesław Janura	uprawnienia budowlane do projektowania bez ograniczeń w specjalności instalacyjnej w zakresie sieci, instalacji i urządzeń elektrycznych i elektroenergetycznych nr upr. 7131/14/P/2001	
Projektant	Mirosław Węclaś	uprawnienia budowlane do projektowania bez ograniczeń w specjalności konstrukcyjno-budowlanej nr ewid. 1685/94/Lo	

5. PRZEDMIOT OPRACOWANIA

Przedmiotem opracowania jest projekt instalacji fotowoltaicznej o mocy 49,77kW dla Szkoły Podstawowej w Kąkolewie przy ul. Krzywińskiej. Zlokalizowana będzie ona na nieruchomościach Inwestora - dz. 384/2 i 443/7 oraz działkach 441, 442/3 i 443/6 stanowiących grunty prywatne. Obecnie trwa wykup działek 441, 442/3 i 443/6 przez Inwestora.

Szkoła zasilona jest poprzez złącze kablowo-pomiarowe z układem półpośrednim ze stacji transformatorowej nr 05-0153 będącej własnością ENEA Operator Sp. z o.o.

Moc przyłączeniową dla szkoły wynosi 70kW.

Projektowana instalacja fotowoltaiczna z mocą 49,77kW zostanie połączona z instalacją odbiorczą placówki poprzez projektowane złącze kablowe ZK3 zlokalizowane w pobliżu stacji transformatorowej nr 05-0153 i złącza ZK1-1Pp.

Przedmiotowe urządzenie fotowoltaiczne stanowi w świetle prawa energetycznego mikroinstalację.

Po zakończeniu prac instalacyjnych zostanie zgłoszona do lokalnego operatora sieci dystrybucyjnej.

6. PODSTAWA OPRACOWANIA

- Zlecenie Inwestora,
- Uzgodnienia z Inwestorem,
- Wizja lokalna,
- Podkłady geodezyjne,
- Obowiązujące normy i przepisy.

7. INFORMACJA O OBSZARZE ODDZIAŁYWANIA

Zgodnie z Rozporządzeniem Rady Ministrów (Dz.U.2013, poz.817) projektowana instalacja fotowoltaiczna nie jest przedsięwzięciem znacząco oddziaływującym na środowisko i nie wymaga uzyskania Decyzji Środowiskowej.

Określenie obszaru oddziaływania dokonano w oparciu o Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 08 kwietnia 2019 r. w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie, a zwłaszcza działu II – Zabudowa i zagospodarowanie działki. Przeanalizowano art. 5 ust.1 ustawy Prawo budowlane (Dz. U. z 2020 r. poz. 1333 z późn. zmianami), czy projektowany obiekt nie doprowadzi do ograniczenia pobliskich terenów w zakresie zapewnienia im wskazanych w tym przepisie wymagań ogólnych.

Przeanalizowano normę N-SEP-E-004 - 2014 Elektroenergetyczne i sygnalizacyjne linie kablowe. Projektowanie i budowa. Zgodnie z normą przy sytuowaniu nowych obiektów należy stosować się do odległości podanych w punkcie 3.1.5 Normy.

Budowa instalacji fotowoltaicznej na gruncie nie spowoduje ograniczeń dla istniejących obiektów i osób trzecich, a w szczególności dostępu do dróg publicznych i nie pozbawi możliwości korzystania z wody, kanalizacji, energii elektrycznej i środków łączności. Inwestycja jest działaniem proekologicznym i w trakcie jej realizacji jak również użytkowania nie będą występować negatywne oddziaływania dla środowiska i zdrowia ludzi związane z normalną pracą projektowanej instalacji fotowoltaicznej.

Obszar oddziaływania obiektu wynikający z zagospodarowania terenu tj. budowy modułów fotowoltaicznych wchodzących w skład przedmiotowego opracowania jak również późniejsza jej eksploatacja mieści się w całości na działce, na której została zaprojektowana i oddziałuje na tę nieruchomość.

W związku z tym, że projektowana instalacja fotowoltaiczna znajduje się na terenach z infrastrukturą techniczną należy zwrócić uwagę na bezpieczeństwo prac oraz dostosowanie sprzętu i technologii robót do warunków lokalnych.

W przypadku ewentualnych uszkodzeń wykonać naprawy i odtworzyć stan pierwotny w porozumieniu z właścicielem. Zachować przepisy BHP.

8. CHARAKTERYSTYKA INSTALACJI FOTOWOLTAICZNEJ

Ilość modułów fotowoltaicznych - 126 sztuk o mocy 395W typu JKM395-6RL3-V prod. JINKO SOLAR

Łączna ilość optymalizatorów -126 sztuk S505 prod. SolarEdge

Ilość falowników – 1 sztuka o mocy 50kW typu SE50K prod. SolarEdge

Szacowana roczna produkcja energii elektrycznej: 56,877MWh

Całkowita powierzchnia wszystkich modułów: 240,5m²

Konstrukcja stalowa wolnostojąca oparta na dwóch słupkach podporowych wbijanych w grunt typu W-V3G2-25° prod. BAKS.

9. OPIS TECHNICZNY

Ze względu na chęć obniżenia rachunków za energię elektryczną i zmniejszenie poboru energii z sieci dystrybucyjnej Inwestor zlecił wykonanie instalacji fotowoltaicznej dla Szkoły Podstawowej w Kąkolewie. Na podstawie zlecenia i danych przekazanych przez Gminę Osieczna przewidziano zabudowę modułów fotowoltaicznych na nieruchomościach prywatnych – dz. 441, 442/3 i 443/6 graniczących z boiskiem szkolnym, które Gmina wydzieli i fragmenty powyższych działek nabędzie od właściciela nieruchomości. Instalacja składać się będzie z paneli fotowoltaicznych o mocy 395W w ilości 126 sztuk modułów fotowoltaicznych z jednym falownikiem o mocy 50kW. Moc znamionowa instalacji będzie wynosić 49,77kW.

Wyprodukowana energia będzie wykorzystywana na potrzeby własne szkoły, a nadwyżka energii oddana zostanie do sieci elektroenergetycznej. W sytuacji zaniku napięcia w sieci, falownik przejdzie w tryb uśpienia, oczekując na powrót napięcia w celu wznowienia produkcji.

Dla projektowanej instalacji fotowoltaicznej wykonać ogrodzenie z siatki stalowej w kolorze zielonym o oczku 60x60mm i wysokości 2m. Siatkę mocować do słupków stalowych koloru zielonego o średnicy 48mm i wysokości 2,7m, które umieszczać w odległości 2m zgodnie z wkreśleniem na rysunku nr 1.

Dla wejścia na teren instalacji fotowoltaicznej w istniejącym ogrodzeniu od strony boiska wykonać wycinki w ogrodzeniu pomiędzy istniejącymi słupkami. Wysokości wycinki ma wynieść 2,2m. Następnie w miejsce to wstawić furtkę wejściową dwuskrzydłową. Szczegóły związane z zabudową furtki na rysunku nr 1. Na furtce umieścić tablice informacyjne, że obiekt znajdujący się za ogrodzeniem jest pod napięciem oraz nie dotykać urządzenia elektryczne.

9.1. Część fotowoltaiczna

Panele fotowoltaiczne

Dla projektowanej instalacji fotowoltaicznej przewiduję się moduły fotowoltaiczne JKM395M-6RL3-V produkcji JINKO SOLAR. Panele usytuowane zostaną na konstrukcji montażowej usytuowanej na gruncie. Ze względu na brak dostępności paneli dopuszcza się zastosowanie zamiennika o parametrach nie gorszych niż projektowany moduł. Zmianę paneli PV uzgodnić z Inwestorem.

Panele fotowoltaiczne połączyć w sześć sekcji zawierających po 21 sztuk modułów w połączeniu zgodnie z rysunkiem 5 podziału obwodów DC paneli fotowoltaicznych.

Wybrane moduły fotowoltaiczne powinny zapewniać uzyski energetyczne zarówno w bezpośrednim świetle słonecznym, jak w świetle rozproszonym, a ich sprawność powinna być nie mniejsza niż 17,4%.

Wybrane panele fotowoltaiczne muszą posiadać solidną i trwałą konstrukcję oraz być odporne na znaczne obciążenia mechaniczne. Dodatkowo panele powinny cechować się następującymi gwarancjami i certyfikatami:

- 10 lat gwarancji na produkt.
- 25 lat gwarancji mocy.
- Certyfikaty zgodne z IEC 61215, IEC 61730-1, IEC 61730-2.

Falownik fotowoltaiczny

W instalacji fotowoltaicznej przewidziano zabudowę inwertera SE50K złożonego z managera synergii i dwóch jednostek synergicznych o mocy 50kW strony AC produkcji SolarEdge. Manager synergii wyposażony jest w rozłącznik DC umożliwiający odłączenie zasilania DC oraz zintegrowane ochronniki typu 2 dla strony DC i portów komunikacyjnych RS485. Połączony jest on jest z dwiema jednostkami synergii za pomocą przewodów AC, DC i kabli komunikacyjnych. Dużą zaletą tego rozwiązania jest praca jednostek synergicznych w sposób niezależny tzn. w przypadku, gdy jedna z jednostek przestaje działać druga może pracować. Dodatkowo rozwiązanie tego typu powoduje wydłużenie czasu bezawaryjnej pracy, a wbudowane czujniki temperatury umożliwiają wykrycie awarii w okablowaniu oraz zapewniają ochronę i bezpieczeństwo instalacji.

Inną zaletą wybrania falownika typu SolarEdge jest praca instalacji fotowoltaicznej oparta o optymalizatory mocy. Umożliwiają one przekazywanie do falownika danych o pracy modułu przy pomocy przewodu zasilającego DC. Zapewniają wewnętrzne ograniczenie przepływu prądu, regulują napięcie łańcucha na stałym poziomie bez względu na warunki otoczenia oraz posiadają funkcję bezpiecznego napięcia, które jest redukowane do mocy 1V DC w następujących przypadkach:

- awarii np. brak zasilania z sieci
- odłączeniu instalacji po stronie DC np. odłączeniu optymalizatorów lub wyłączeniu rozłącznika DC
- wyłączeniu wyłącznika po stronie AC
- wyłączeniu falownika.

Dla projektowanego układu zastosowano optymalizatory P505.

Komunikacja odbywać się może za pomocą następujących dwóch interfejsów RS485, sieci Ethernet i opcjonalnie sieci Wi-Fi oraz sieci komórkowej GSM.

Maksymalna wydajność urządzenia zgodnie z europejską efektywnością wynosi 98%.

Proponowany falownik jest w stopniu ochrony IP65, co gwarantuje należyłą odporność na warunki atmosferyczne oraz wysokie bezpieczeństwo użytkowników. Inwerter połączyć z rozdzielnicą nN konsumentowej stacji transformatorowej, która zasilą oczyszczalnię zgodnie z rysunkiem nr 5.

Komunikacja falownika z Inwestorem odbywać się będzie za pomocą modułu sieci komórkowej GSM, co zapewni pełną widoczność systemu. Dla prawidłowego połączenia falownika z Inwestorem wymagany jest zakup modułu komunikacyjnego z anteną sieci komórkowej oraz karty nano SIM.

Konstrukcja montażowa

Projektuję się zastosowanie konstrukcji stalowej z wertykalnym układem paneli w ilości trzech rzędów mocowanych do podłoża na dwóch słupach podporowych wbijanych bezpośrednio w grunt. Konstrukcja złożona ze stołów montażowych wykonana jest zgodnie z normami wpływów czynników zewnętrznych dla I strefy śniegowej i I strefy wiatrowej. Jako konstrukcję zastosowaną rozwiązanie firmy BAKS typu W-V3G2 o kącie nachylenia wynoszącym 25°. Ceowniki konstrukcji zostaną osadzone w gruncie za pomocą maszyn typu kafar lub koparka przy czym głębokość osadzenia uwarunkowana jest nośnością gruntu i warunkami obciążenia śniegiem oraz wiatrem, zgodnie z opinią geotechniczną.

Szczegółowe parametry techniczne systemu W-V3G2-25° wraz z widokiem konstrukcji przedstawiono na rysunku 2.

9.2. Część elektryczna dla prądu DC i AC

Trasa przewodów DC

Przewody DC łączące poszczególne moduły fotowoltaiczne z inwerterem wykonać przewodem typu H1Z2Z2-K 6mm² 1,5/1,5kV DC. Przy łączeniu obwodów DC należy przestrzegać odpowiedniej biegunowości. Do zakańczania przewodów i łączenia należy wykorzystywać dedykowany do instalacji fotowoltaicznych osprzęt. Przewody DC należy prowadzić po konstrukcjach wsporczych modułów fotowoltaicznych mocując je przy pomocy klipsu (uchwyty) kabla solarnego. Zakończenia przewodów zostaną wykonane za pomocą konektorów solarnych typu MC4. Odpowiedniki złącza MC4 (męskie/żeńskie) muszą być tego samego typu i producenta.

Łącząc moduły fotowoltaiczne w łańcuchy należy unikać tworzenia pętli przewodów, w których może indukować się napięcie. Aby uniknąć pojawienia się indukcji przewód dodatni prowadzić blisko przewodu ujemnego.

Trasa kabli AC

Okablowanie części prądu przemiennego wykonane zostanie za pomocą kabla pięcioletowego YKYżo 5x25mm² od inwertera do rozdzielnic PV AC, a następnie kablem YAKY 4x240mm² w kierunku projektowanego złącza kablowego ZK3 zabudowanego w pobliżu słupowej stacji transformatorowej nr 05-0153 i złącza kablowo-pomiarowego ZK1-1Pp. Istniejący wlt-t dla budynku szkoły przebiega ze złącza ZK1-1Pp do projektowanej szafki kablowej ZK3, a po trasie istniejącego kabla nN ułożyć nowe powiązanie kablowe wykonane kablem YAKY 4x240mm². Szczegóły związane z przewiązaniem kablami przedstawia rysunek nr 5.

Na konstrukcji modułów fotowoltaicznych kable układać w perforowanych korytkach kablowych z dekletem, a poza konstrukcją PV bezpośrednio w ziemi. Kabel w gruncie układać na 10cm warstwie piasku na głębokości 70cm licząc od niwelaty terenu do górnej krawędzi kabla. Następnie ułożony kabel przykryć 10cm warstwą piasku i 15cm gruntu rodzimego, a następnie ułożyć folię z tworzywa termoutwardzalnego w kolorze niebieskim o grubości 0,5mm i szerokości 20cm. Na całej długości kabla w odległościach 10m zaopatrzyć go w trwałe oznaczniki rozmieszczone w odstępach 10m i przy podejściu do złącza. Kabel układać w wykopie faliście z zapasem 3% umożliwiającym skompensowanie możliwych przesunięć gruntu. Przy skrzyżowaniach i zbliżeniach z istniejącymi sieciami zachować normatywne odległości oraz stosować rury ochronne.

Po zakończeniu prac teren przywrócić do stanu pierwotnego.

Rozdzielnica i złącze kablowe

Ze względu na zastosowane optymalizatory i ilość łańcuchów (stringów) podpiętych pod inwerter oraz wbudowane ochronniki typu 2 w menagerze synergii nie ma konieczności zabudowy rozdzielnic DC.

Dla strony prądu przemiennego AC przewidziano rozdzielnicę PV AC, w której umieścić rozłącznik izolacyjny trójfazowy, ograniczniki przepięć typu T1+T2 oraz wyłącznik różnicowoprądowy o prądzie 300mA typu A. Ze względu na zmianę układu sieci dokonać uziemienia projektowanej rozdzielnic PV AC. Projektowane złącze kablowe ZK3 wyposażać w trzy rozłączniki listwowe wielkości 2, które wyposażać w zwieracze nożowe i wkładkę bezpiecznikową WT2 gG100A.

Zabudowana rozdzielnica PV AC i złącze kablowe ZK3 zostaną posadowione na gruncie w wykonaniu wolnostojącym z tworzywa termoutwardzalnego w II klasie ochronności, stopniu ochrony min. IP44, wytrzymałości mechanicznej min. IK-07 i odpornej na promieniowanie UV.

9.3. Instalacje i ochrony urządzeń fotowoltaicznych

Ochrona przeciwporażeniowa, przeciążeniowa i zwarceniowa.

Ochronę przed dotykiem bezpośrednim stanowią aparaty i urządzenia z dobranym odpowiednio stopniem IP oraz odstępy izolacyjne części czynnych. Dobrano obudowy o II klasie ochronności, w których to ochrona podstawowa realizowana jest poprzez stosowanie izolacji podstawowej, a przy dotyku pośrednim polega na zastosowaniu izolacji dodatkowej lub wzmocnionej.

Jako środek ochrony dodatkowej (przed dotykiem pośrednim) przyjęto samoczynne wyłączenia zasilania w układzie TN-S, TN-C-S i TN-C dodatkową i podwójną izolację ochronną oraz połączenia wyrównawcze ochronne. Samoczynne wyłączenie zasilania będzie realizowane przez wyłącznik różnicowoprądowy o prądzie zadziałania 300mA umieszczony w rozdzielni PV AC. Przewody łączące instalacje energii elektrycznej ze źródłem zasilania powinny być chronione przed skutkami prądów przetężeniowych przez urządzenia zabezpieczające, samoczynne wyłączenie zasilania w przypadku przeciążenia lub zwarcia. Urządzeniem, które pełni funkcję zabezpieczającą jednocześnie przed prądem przeciążeniowym i przed prądem zwarciovym jest rozłącznik bezpiecznikowy i wyłącznik instalacyjny (nadprądowy). Zadaniem wyłączników jest odcięcie zasilania w sytuacji, gdy wystąpi zwarcie lub przeciążenia.

Na rozdzielnicach instalacji PV umieścić tabliczkę informującą, że części czynne wewnątrz mogą być pod napięciem mimo odłączenia od falownika PV.

Ochrona odgromowa i przeciwprzepięciowa

W celu ochrony instalacji fotowoltaicznej od przepięć łączeniowych oraz od wyładowań atmosferycznych bezpośrednich i pośrednich należy zainstalować ograniczniki przepięć. Falownik wyposażony jest w ochronniki typu T2 umieszczone po stronie DC. Ze względu na bliskość sieci napowietrznej SN i możliwość wyładowań atmosferycznych w przewody i słup SN po stronie AC w projektowanej rozdzielni PV AC umieścić ochronniki typu T1+T2 o prądzie udarowym 12,5kA.

Instalacja uziemiająca

Jako uziemienie modułów fotowoltaicznych wykonać uziom poziomy ułożony na głębokości 0,8m wykonany płaskownikiem StZn 30x4 o długości 9m. Uziom ułożyć prostopadle od rozdzielni PV AC w kierunku stołu z panelami PV. Po drodze uziom łączyć z podporami konstrukcji montażowej poprzez skręcanie elementów, szyną PE zabudowaną w rozdzielnicy PV AC i główną szyną uziemiającą umieszczoną na konstrukcji montażowej.

Dla projektowanego złącza kablowego ZK3 wykonać uziemienie pionowe wykonane z trzech prętów stalowych ocynkowanych Ø18mm o długości 10m z płaskownikiem StZn 30x4. Odległość pomiędzy prętami pionowymi ma wynosić 4m.

Wartość rezystancji uziemienia powinna wynosić $R_{B1} \leq 10\Omega$. Pomiędzy stolami konstrukcyjnymi, obudową falownika wykonać połączenia wyrównawcze linką miedzianą LgYżo 16mm² do głównej szyny uziemiającej.

Przy wykonywaniu połączenia wyrównawczego należy pamiętać, że wszystkie uziemienia po stronie DC jak i AC powinny być wspólne.

Ochrona przeciwpożarowa

Ochrona przeciwpożarowa zostanie zapewniona przez natychmiastowe wyłączenie zasilania w rozdzielnicy PV AC, złącza kablowym ZK3 lub złącza kablowo-pomiarowym ZK1-1Pp. Wyłączenie, rozłącznika izolacyjnego lub rozłącznika listwowego w złączach spowoduje odłączenie spod napięcia falownika instalacji fotowoltaicznej mogącej generować energię. Ponadto należy pamiętać, że falowniki

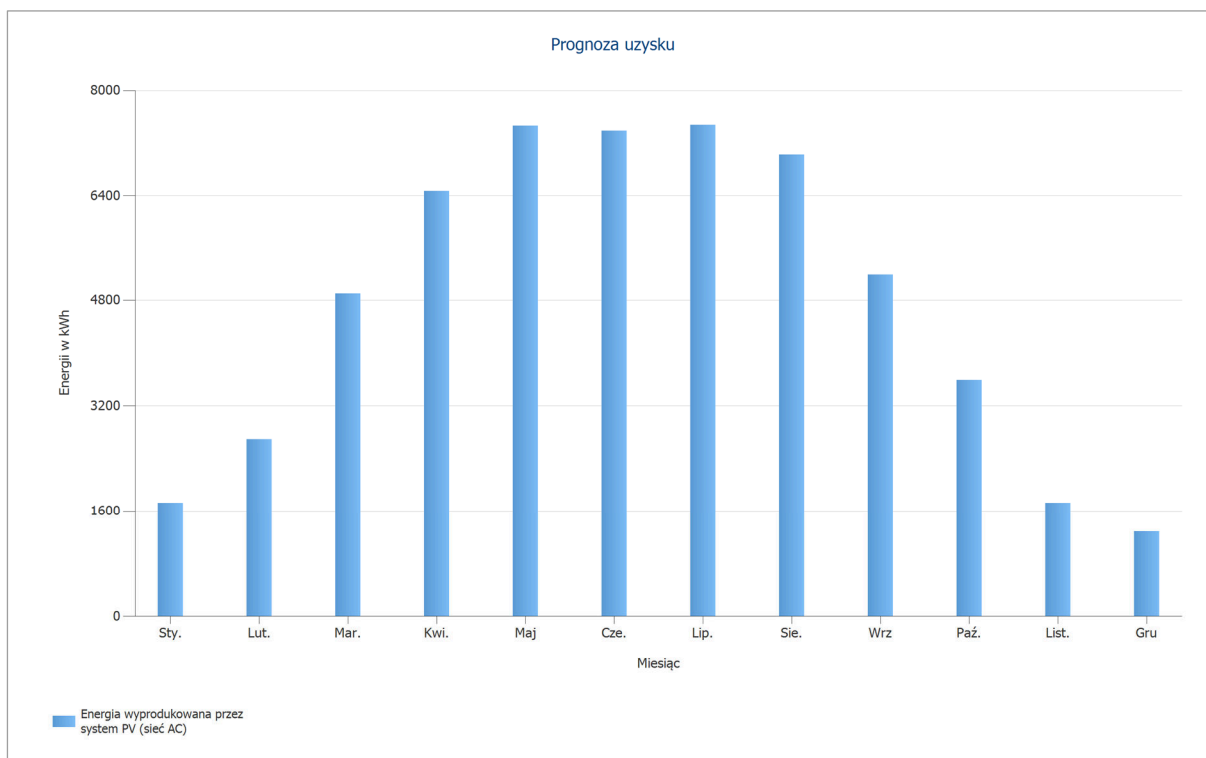
posiada wewnętrzne zabezpieczenie przed tzw. pracą „wyspowa” to znaczy przy braku napięcia zasilanie nie ma prawa generować mocy w sieć odbiorczą.

Obecność instalacji fotowoltaicznej na obiekcie oznakować zgodnie z normą PN-HD 60364-7-712:2016-05.

10. PROGNOZA UZYSKU ENERGII ELEKTRYCZNEJ

Prognoza uzysku

Moc generatora PV	49,77 kWp
Spec. uzysk roczny	1 142,86 kWh/kWp
Stosunek wydajności (PR)	93,29 %
Zmniejszenie uzysku na skutek zacienienia	1,9 %
Energia oddana do sieci	56 932 kWh/Rok
Energia oddana do sieci w pierwszym roku (łącznie z degradacją modułu)	56 877 kWh/Rok
Pobór w trybie czuwania (Falownik)	52 kWh/Rok
Emisja CO ₂ , której dało się uniknąć:	26 734 kg / rok



Ilustracja: Prognoza uzysku

Przedstawione uzyski w niniejszej dokumentacji opracowano przy pomocy programu PV SOL premium na podstawie średniego nasłonecznienia w danym rejonie i w poszczególnych latach.

Projektant nie ponosi odpowiedzialności za osiągnięcie przez instalację mniejszych uzysków wynikających z mniejszego lub większego nasłonecznienia obszaru bądź anomalii pogodowych, jakie mogą pojawić się w danym terenie na przestrzeni lat.

Dodatkowy wpływ na produkcję systemu fotowoltaicznego ma jakość energii dostarczanej przez Operatora Sieci Przesyłowej, ze względu na przesył energii o nie normatywnych parametrach, co może skutkować wyłączeniem falownika mimo możliwości produkcji energii przez niego.

11. OBLICZENIA TECHNICZNE

Dobór przekroju przewodu po stronie DC

Wymagany przekrój przewodu

$$S = \frac{I * l}{U * \gamma * U\%} = \frac{10,8 * 140}{768,18 * 50 * 0,01} = 3,94 \text{ mm}^2$$

Dobrano przewód DC o przekroju 6mm²

Strata w % od panelu do falownika

$$\Delta U_{DC\%} = \frac{I * l}{U * \gamma * A} * 100\% = \frac{10,8 * 140}{768,18 * 50 * 6} * 100\% = 0,656\%$$

Zaprojektowane okablowanie wygeneruje stratę 0,656% na odcinku pomiędzy punktem kontrolnym (ostatni panel), a falownikiem. Warunek spełniony 1% > 0,656%.

Oznaczenia:

I – natężenie prądu I_{mpp} [STC]

l - długość przewodu

U – napięcie obwodu U_{mpp} [STC]

γ - przewodność elektryczna miedzi

A – przekrój przewodu

U% - dopuszczalna strata napięcia na przewodach

Dobór średnicy przewodu po stronie AC

- falownik-rozdzielnia PV AC

$$A_{AC} = \frac{P * l}{U_{NAC}^2 * \gamma * \Delta u\%} = \frac{50000 * 12}{400^2 * 50 * 0,01} = 7,5 \text{ mm}^2$$

Dobrano przewód AC o przekroju 25mm² typu YKYżo 5x25 o obciążalności długotrwałej przewodu dla najgorszego sposobu ułożenia (przewody wielożyłowe w ziemi typ D2) wynoszącej 92A.

- rozdzielnia PV AC – złącze kablowe ZK3

$$A_{AC} = \frac{P * l}{U_{NAC}^2 * \gamma * \Delta u\%} = \frac{50000 * 146}{400^2 * 30 * 0,01} = 152,08 \text{ mm}^2$$

Dobrano przewód AC o przekroju 240mm² typu YAKY 4x240 o obciążalności długotrwałej przewodu dla najgorszego sposobu ułożenia (przewody wielożyłowe w rurze instalacyjnej w ziemi typ D1) wynoszącej 218A.

- złącze kablowe ZK3 – złącze kablowo-pomiarowe ZK1-1Pp

$$A_{AC} = \frac{P * l}{U_{NAC}^2 * \gamma * \Delta u\%} = \frac{50000 * 10}{400^2 * 30 * 0,01} = 10,42 \text{ mm}^2$$

Dobrano przewód AC o przekroju 240mm² identyczny jak powyżej.

Dopuszczalny poziom strat po stronie AC na przewodach nie może być większy niż 1%.

- kabel YKYżo 5x25

$$\Delta U\% = \frac{100 * P * l}{U_{NAC}^2 * \gamma * s} = \frac{100 * 50000 * 12}{400^2 * 50 * 25} = 0,3\%$$

- kabel YAKY 4x240

$$\Delta U\% = \frac{100 * P * l}{U_{NAC}^2 * \gamma * s} = \frac{100 * 50000 * 156}{400^2 * 30 * 240} = 0,677\%$$

Sumaryczny spadek napięcia na kablach wynosi 0,977% ≤ 1% warunek doboru kabli spełniony

Oznaczenia:

P – moc falownika

l - długość sieci kablowej

U_{NAC} – napięcie sieci

γ - przewodność elektryczna miedzi

$\Delta u\%$ – spadek napięcia wynoszący 0,01%

s – przekrój przewodu

12. UWAGI KOŃCOWE

- Stosować wybory i rozwiązania dopuszczone w budownictwie.
- Wykonać wymagane pomiary odbiorcze instalacji.
- Wszelkie zmiany uzgodnić z Inwestorem.
- W przypadku niezgodności lub niejasności wykonawca zobowiązany jest zgłosić to projektantowi.
- Prace wykonać zgodnie z PN /E, PN-IEC, N-SEP.

Projektował:

Wiesław Janura

13. ZESTAWIENIE MATERIAŁÓW

Zestawienie ważniejszych materiałów

Lp.	Wyszczególnienie	Jedn.	Ilość	Uwagi
1.	Kabel YKYżo 5x25	m	12	
2.	Kabel YAKY 4x240	m	156	
3.	Wolnostojące złącze kablowe PV AC z tworzywa termoutwardzalnego IP44, IK07 odporna na promieniowanie UV +rozłącznik izolacyjny 3P 100A +ograniczniki przepięć T1+T2 I _{imp} =12,5kA +wyłącznik różnicowo-prądowy 80A, 10kA, 300mA typ A +wyłącznik nadprądowy B80A-3P 10kA, AC	kpl.	1	patrz rys. 5
4.	Wolnostojące złącze kablowe ZK3 z tworzywa termoutwardzalnego IP44, IK07 odporna na promieniowanie UV +rozłącznik listwowy 2 – 3 szt. +wkładka bezpiecznikowa WT2 gG100A – 3 szt. +zwieracz nożowy 2- 6 szt. +płaskownik StZn 30x4 l=12m +pręt stalowy ocynkowany StZn ø18 l=10 – 3 szt.	kpl.	1	patrz rys. 5
5.	Płaskownik StZn 30x4 l=9(11)m +główna szyna uziemiająca – 1 szt. +przewód LgY 16 l=88m	kpl.	1	
6.	rura ochronna ø160 o wytrzymałości 750N	m	2	
7.	ślawnice czopowe	szt.	4	
8.	Falownik 3f 3x230/400V 50000W z technologią synergii SE50K prod. SolarEdge	szt.	1	
9.	Optymalizatory P505	szt.	126	
10.	Przewód H1Z2Z2-K 6	m	416	przewód czerwony l=208m przewód czarny l=208m
11.	Złączki MC4	szt.	264	
12.	Moduły fotowoltaiczne JINKO SOLAR JKM395M-6RL3-V	szt.	126	
13.	Konstrukcja montażowa pod moduły PV stalowa z wertykalnym układem paneli w ilości trzech rzędów mocowanych do podłoża na dwóch słupach podporowych wbijanych bezpośrednio w grunt typu W-VG2-25" prod. BAKS	kpl.	2	zestawienie elementów konstrukcji patrz rys. 2
14.	Siatka stalowa o oczku 60x60mm i wysokości 2m koloru zielonego l=68m + słupki ogrodzeniowe ø42 i wysokości 2.7m koloru zielonego – 32 szt. + podpory ogrodzeniowe koloru zielonego – 8 szt. +beton B15 – 3,84m³	kpl.	1	
15.	Furtka panelowa dwuskrzydłowa (wymiar skrzydła 0,9x2m) + słupki ogrodzeniowe zielone 90x90mm i wysokości 2,5m – 2 szt. + beton B15 – 0,16m³	kpl.	1	

Dopuszcza się zastosowanie zamienników o zbliżonych parametrach po akceptacji przez Inwestora.

Długości kabla i przewodów sprawdzić w terenie po zabudowie urządzeń.

15. KONSTRUKCJA OPINIA GEOTECHNICZNA

Przedmiotem opracowania jest projekt instalacji fotowoltaicznej o mocy 49,77kW dla Szkoły Podstawowej w Kąkolewie przy ul. Krzywińskiej. Zlokalizowana będzie ona na nieruchomościach Inwestora - dz. 384/2 i 443/7 oraz działkach 441, 442/3 i 443/6 stanowiących grunty prywatne.

Pod względem geomorfologicznym obszar objęty inwestycją sytuuje się na krawędzi wysoczyzny morenowej płaskiej. Powierzchnia analizowanego terenu zapada łagodnie w kierunku zbliżonym do północno-zachodniego.

Szczegółowe warunki gruntowo – wodne są przedstawione w załączonej do projektu opinii geotechnicznej dla budowy farmy fotowoltaicznej w miejscowości Kąkolewo, na działce nr 442/3 w miejscowości Kąkolewo, gm. Osieczna, pow. leszczyński, woj. wielkopolskie, sporządzonej przez WPPiRG Geologia Sp. z o. o. ul. Skryta 49, 62-064 Plewiska, z listopada 2022 r.

W ramach badań wykonano: 2 otwory geotechniczne do głęb. 3,0 m p.p.t., oraz sondowania dynamiczne DPL. Na podstawie danych uzyskanych z wierceń badawczych oraz prac kameralnych, warunki gruntowe opisywanego terenu określa się jako proste.

Zgodnie z rozporządzeniem Ministra Transportu, Budownictwa i Gospodarki Morskiej z dnia 25 kwietnia 2012 r. w sprawie ustalania geotechnicznych warunków posadowienia obiektów budowlanych (Dz.U. z 2012 r. poz. 463) proste warunki gruntowo-wodne występują w przypadku warstw gruntów jednorodnych genetycznie i litologicznie, równoległych do powierzchni terenu, nie obejmujących gruntów słabonośnych oraz braku występowania niekorzystnych zjawisk geologicznych.

Zgodnie z ww. klasyfikacją projektowany obiekt zalicza się do pierwszej kategorii geotechnicznej ponieważ warunki gruntowe są proste, a obiekt jest statycznie wyznaczalny.

KONSTRUKCJA WSPORCZA POD PANELE FOTOWOLTAICZNE

Panele fotowoltaiczne mocowane są do gotowych wolnostojących systemów montażowych. Jest to konstrukcja dedykowana, typowa dla instalacji składających się z modułów fotowoltaicznych.

Konstrukcja umożliwia takie mocowanie modułów do konstrukcji, które nie przenosi obciążeń (powstałych np. wskutek oddziaływania temperatury na konstrukcję, czy też podnoszenia/opadania gruntów podczas odwilży) konstrukcji bezpośrednio na moduły. Stół podporowy składa się z: pionowych słupów nośnych, ocynkowanej stalowej ramy oraz elementów mocujących i elementów łączących ze stali ocynkowanej.

Konstrukcja wykonana jest z profili zimno giętych, stanowiących ramę nośną elementów wertykalnych, do których mocowane są moduły fotowoltaiczne. Stalowe słupy stanowiące nogi stołów zostaną wbite w ziemię w rozstawie 3,88m, rozstaw poszczególnych ram wynosi 2,55m. Długość nóg jest tak dopasowana, aby kąt paneli przykręconych do konstrukcji wynosił 25 stopni.

Założenia:

- Obciążenia występujące w obiekcie:

Obciążenie od wiatru – I strefa, teren kat. IV – wg. PN-EN 1991-1-4

Obciążenie od śniegu – I strefa – wg. PN-EN 1991-1-3

- Moduły fotowoltaiczne o gabarytach 1,029 x 1,855 x 0,03 m i wadze jednostkowej modułu około 20,8 kg,
- Konstrukcja dwupodporowa wbijana lub wwibrowywana w grunt zastany,
- Kąt nachylenia konstrukcji: 25°.

Podstawowe parametry dotyczące konstrukcji oraz układu stołów:

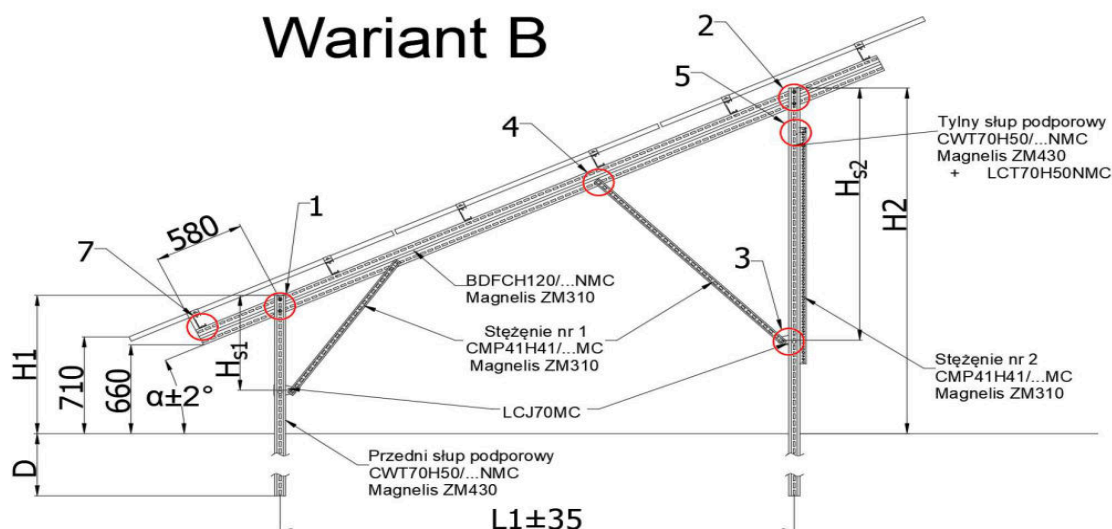
- Usytuowanie modułów ponad poziomem gruntu: nie niżej niż 66cm (do dolnej krawędzi ramy modułów mocowanych w najniższym rzędzie),
- Głębokość posadowienia konstrukcji: przyjęto zagłębienie konstrukcji około 2,05m poniżej poziomu gruntu. Przypowierzchniową warstwę gruntu o miąższości około 0,4m stanowi gleba z piasku

drobnego próchniczego, który nie może stanowić nośnego podłoża budowlanego. Zagłębienie konstrukcji w gruncie nośnym (poniżej warstwy nasypów) powinno wynosić minimum 1,25m.

- Rozstaw nóg ramy $L1 = 3,88\text{m}$,
- Rozstaw pomiędzy ramami: ok. 2,55m,

Schemat podkonstrukcji wbijanej

Zaprojektowano rozwiązanie w postaci konstrukcji wbijanych w grunt zastany. Stoły o dwóch rzędach podpór i rozstawie nóg 3,88m. Na potrzeby projektu przyjęto konstrukcje o nachyleniu 25° .



Posadowienie

Przyjęto posadowienie konstrukcji na głębokość $D \geq 2,05\text{ m}$ poprzez wbijanie słupów [zagłębienie konstrukcji w gruncie nośnym (poniżej warstwy nasypów) powinno wynosić minimum 1,25m]. Słupy wbijane za pomocą kafara samojednego z młotem udarowym umieszczonym na maszcie. Konstrukcje poszczególnych ram montować zgodnie z krzywizną terenu.

Założono wykonanie posadowienia obiektów na gruntach mineralnych rodzimych. Dopuszcza się zmniejszenie głębokości posadowienia, pod warunkiem wymiany nasypów niekontrolowanych na nasypy wykonane z gruntów ziarnistych (żwir, pospółki) zagęszczane, alternatywnie użycie stabilizacji cementowej.

Głębokość i sposób posadowienia określić dokładnie na etapie wykonawstwa na podstawie polowych prób wrywania pali. Konieczny jest stały nadzór geotechniczny nad realizowanymi pracami budowlanymi. W przypadku stwierdzenia w trakcie robót ziemnych warunków posadowienia gorszych od założonych należy wstrzymać prace i w trybie pilnym wezwać nadzór autorski w celu przeprojektowania sposobu posadowienia. Minimalna siła wrywająca przenoszona przez pojedynczy pal nie może być mniejsza niż 13,8kN.

Zabezpieczenia antykorozyjne

Konstrukcję wsporczą należy zabezpieczyć powłoką antykorozyjną. Wszystkie zaprojektowane stoły wykonać ze stali konstrukcyjnej z powłoką antykorozyjną lub zabezpieczyć inną techniką zapewniającą równorzędne lub lepsze parametry techniczno-użytkowe.

Połączenie elementów z różnych materiałów należy zabezpieczyć przed powstawaniem ognisk korozji między materiałowej.

W przypadku uszkodzenia powłoki antykorozyjnej profili podczas montażu bezzwłocznie należy uszkodzone miejsce zabezpieczyć zgodnie ze wskazaniem producenta konstrukcji.

Trwałość powłoki antykorozyjnej należy regularnie kontrolować.