



Dr inż. Michał Modzelewski

PROJEKTOWANIE HYBRYD OZE



Gdańskie
Usługi
Komunalne

PROJEKT KONCEPCYJNY

sieciowych fotowoltaicznych źródeł wytwórczych zintegrowanych
z infrastrukturą elektroenergetyczną 3 obiektów budowlanych
zlokalizowanych pod adresem 80-174 Otomin, ul. Konna 35

Inwestor	Gdańskie Usługi Komunalne Sp. z o.o.
Adres planowanej inwestycji	80-174 Otomin, ul. Konna 35, woj. pomorskie, powiat gdański, Gmina Kolbudy
TERYT działek geodezyjnych	220403_2.0011.AR_1.272/1 220403_2.0011.AR_1.272/2
Roczne zużycie energii elektrycznej	84.000,00 kWh/rok
Planowana ilość zielonej energii	60.150,00 kWh/rok
Wykonawca	Projektowanie Hybryd OZE Dr inż. Michał Modzelewski ul. Aleksandra Dulin'a 1A/68 80-180 Gdańsk
Projektował	Projektowanie Hybryd OZE Dr inż. Michał Modzelewski ul. A. Dulina 1A/68 80-180 Gdańsk tel. 508 925 060 biuro@m-modzelewski.pl NIP: 9570929909 REGON: 360598659
	(Pieczęćka)

1. ANALIZA STANU ISTNIEJĄCEGO

1.1. Stan budowlany istniejący zastany

W obrębie powierzchni 2 działek geodezyjnych zlokalizowanych pod adresem: **80-174 Otomin, ul. Konna 35**, woj. pomorskie, powiat gdański, Gmina Kolbudy, o oznaczeniach TERYT: **220403_2.0011.AR_1.272/1** oraz **220403_2.0011.AR_1.272/2** i powierzchniach odpowiednio: **1.400,00 m²** i **3.300,00 m²** zastano 3 nieruchomości, tj. 1 przemysłowy obiekt budowlany w postaci hali stalowej, pełniący funkcję magazynowo-gospodarczą dla sprzętu i materiałów oraz 2 obiekty budowlane magazynowo-biurowe.

Tab. Zestawienie lokalizacyjne i wymiarowe dla 3 nieruchomości zlokalizowanych na omawianych działkach geodezyjnych.

Nazwa obiektu budowlanego	Oznaczenie obiektu	Oznaczenie TERYT działki geodezyjnej	Powierzchnia podstawy zabudowy	Powierzchnia użytkowa
Hala Stalowa		220403_2.0011.AR_1.272/2	348,00 m ²	340,00 m ²
Obiekt biurowy P			395,50 m ²	496,23 m ²
Obiekt biurowy L		220403_2.0011.AR_1.272/1	310,00 m ²	770,95 m ²



Rys. Widok satelitalny działek geodezyjnych o oznaczeniu **220403_2.0011.AR_1.272/1** i **220403_2.0011.AR_1.272/2**, których granice oznaczono kolorem **pomarańczowym** z zaznaczoną kolorem **czerwonym** podstawą zabudowy Hali Stalowej, kolorem **zielonym** podstawą zabudowy Obiektu magazynowo-biurowego P oraz kolorem **niebieskim** podstawą zabudowy Obiektu magazynowo-biurowego L. Budynek Obiektu magazynowego L jest niezależny katastralnie i zlokalizowany w obrębie działki: **220403_2.0011.AR_1.272/1**.

Obie działki geodezyjne są wyposażone w sieć **uzbrojenia** terenu, w tym w kablową sieć elektroenergetyczną, sieć kanalizacyjną, sieć telekomunikacyjną oraz wodociągową. Niniejszy projekt koncepcyjny **wyklucza** konieczność wykonywania przekopów ziemnych w celu zintegrowania przewodów mikroinstalacji fotowoltaicznych z istniejącą infrastrukturą energetyczną obiektów budowlanych. Instalacje fotowoltaiczne zostały koncepcyjnie zintegrowane z zastaną infrastrukturą zasilającą na poziomie rozdzielnic głównych i tablic rozdzielczych.

1.2. Wykaz zastanych obiektów budowlanych

1.2.1. Hala Stalowa □

Obiekt budowlany 1-kondygnacyjny o konstrukcji **stalowej**, wyposażony w **żelbetowe** ławy fundamentowe, ściany fundamentowe w postaci bloczków betonowych, konstrukcję nośną w postaci profili stalowych o częstotliwości rozstawu: **6,0 m**. Ściany wykonane z płyty warstwowej z wypełnieniem styropianowym. Pokrycie połaci dachowej **skośnej** po kątem **15°** wykonane z płyty **warstwowej** o przekroju poprzecznym w kształcie **rąbka** prostokątnego stojącego. Obiekt stanowi klatkę Faradaya i nie wymaga dodatkowego zabezpieczenia zwodami instalacji LPS.

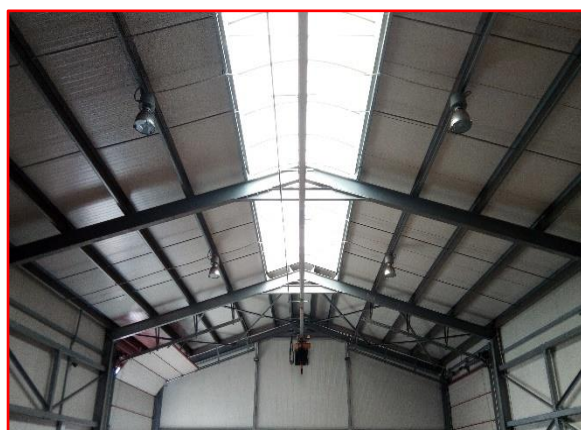
Nieruchomość o kubaturze: **2.088,00 m³** i **wysokości 6,0 m**. Budynek wyposażony w instalację **elektryczną** z linią zasilającą pochodzącą od zlokalizowanego na południe Obiektu magazynowo-biurowego **P**, instalację centralnego **ogrzewania** typu podłogowego, zasilaną przez gruntową pompę ciepła, instalację **teletechniczną** oraz wyciągnik elektryczny łańcuchowy typu **suwnicowego**, podwieszony na podkonstrukcji kalenicowej Hali Stalowej.



Rys. Widok satelitalny działki geodezyjnej o oznaczeniu **220403_2.0011.AR_1.272/2**, której granice oznaczono kolorem **pomarańczowym** w zaznaczoną kolorem **czerwonym** podstawą zabudowy Hali Stalowej.



Rys. Widok satelitalny połaci dachu Hali Stalowej.



Rys. Podkonstrukcja stalowa poddasza Hali Stalowej

1.2.2. Obiekt magazynowo-biurowy P □

Obiekt budowlany użyteczności publicznej 2-kondygnacyjny o konstrukcji **żelbetowej** tradycyjnej ze stropem gęstożebrowym typu „Teriva”, opartym na ścianach konstrukcyjnych. Podkonstrukcją dachową stanowią deskowe **dźwigary** dwuspadowe nad częścią magazynową oraz drewniana konstrukcja **płatwiowo-kleszczowa** nad częścią biurową. Pokrycie połaci dachowej **skośnej** pod kątem **30°** wykonane z **dachówki** ceramicznej. Obiekt nie jest wyposażony w zwody instalacji odgromowej LPS. Rok oddania obiektu do użytkowania: 2012.

Nieruchomość o kubaturze: **2.096,96 m³** i wysokości **8,09 m**. Budynek wyposażony w instalację **elektryczną** z linią zasilającą typu **kablowego**, instalację centralnego **ogrzewania**, zasilaną przez gruntową pompę ciepła typu glikol/woda oraz instalację **wentylacji** mechanicznej nawiewno-wywiewnej.

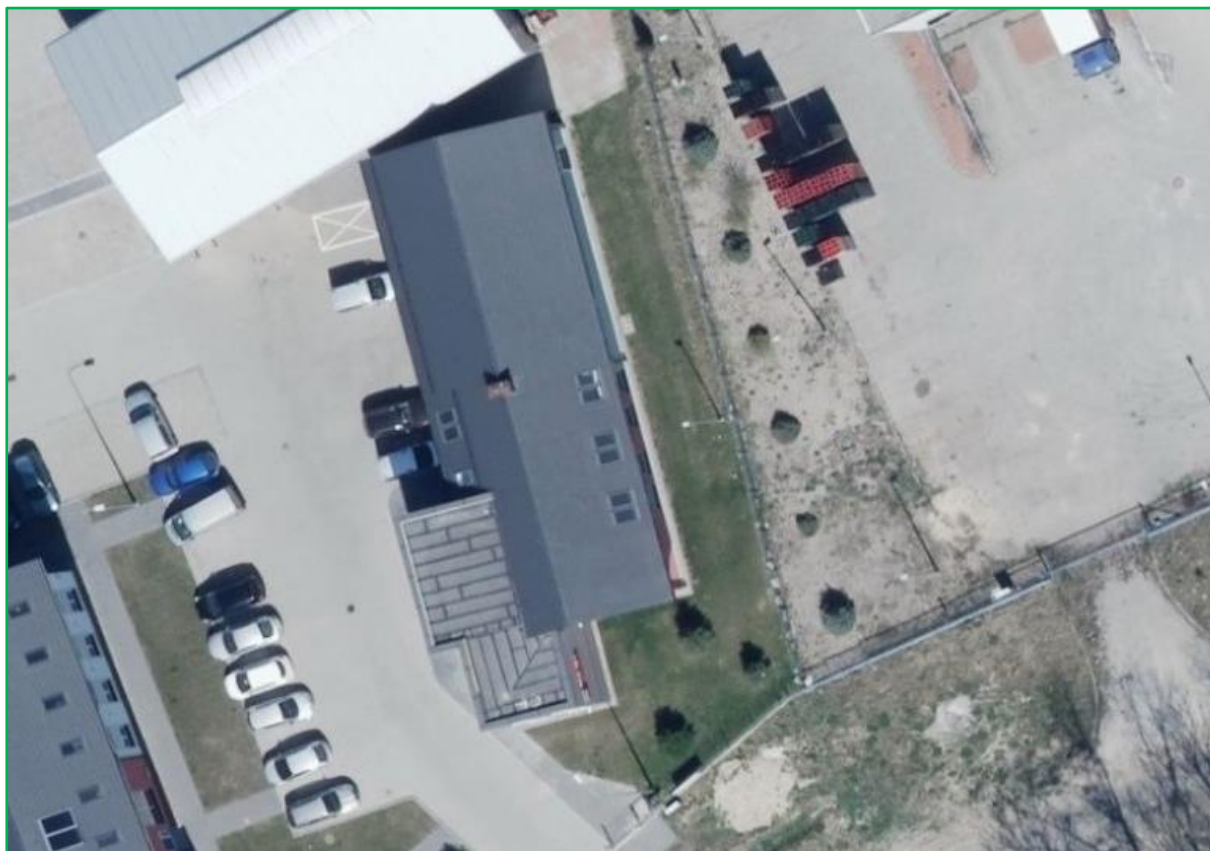
Ze względu na zabudowanie **krokwi** na poziomie poddasza oraz zabudowanie **podbitki** dachowej brak aktualnej możliwości określenia częstotliwości rozstawu krokwi. Do celów projektowania i doboru technicznego konstrukcji nośnej-montażowej modułów mikroinstalacji fotowoltaicznej przyjąć **częstotliwość** nie mniejszą niż: **60 cm**.



Rys. Widok satelitarny działki geodezyjnej o oznaczeniu **220403_2.0011.AR_1.272/2**, której granice oznaczono kolorem **pomarańczowym** z zaznaczoną kolorem **czerwonym** podstawą zabudowy Hali Stalowej.

Aktualne i ważne do 07.11.2022 roku świadectwo charakterystyki energetycznej budynku użyteczności publicznej dla przedmiotowego **Obiektu magazynowo-biurowego P** określa zapotrzebowanie na energię pierwotną zgodne z wymaganiami **WT2008** w wysokości: **81,68 kWh/m²·rok**. Zapotrzebowana energia końcowa została określona co do wartości równej: **43,16 kWh/m²·rok**.

Charakterystyka techniczno-użytkowa budynku przewiduje eksploatację instalacji fotowoltaicznej na potrzeby zasilania instalacji **ogrzewania** w skali 100% pokrycia zapotrzebowania, przygotowania **c.w.u.** w skali 100% pokrycia zapotrzebowania oraz **oświetlenia** wbudowanego w ramach zasilania mieszanego. Udział energii końcowej pochodzenia fotowoltaicznego obliczono w wysokości: **86,34 kWh/m²·rok**.



Rys. Widok satelitarny Obiektu magazynowo-biurowego P unaoczniający architekturę połaci dachowych w układzie W-E.



Rys. Widok zachodniej połaci Obiektu budowlanego P.



Rys. Widok zachodniej połaci Obiektu budowlanego P.



Rys. Widok zachodniej połaci Obiektu budowlanego P.

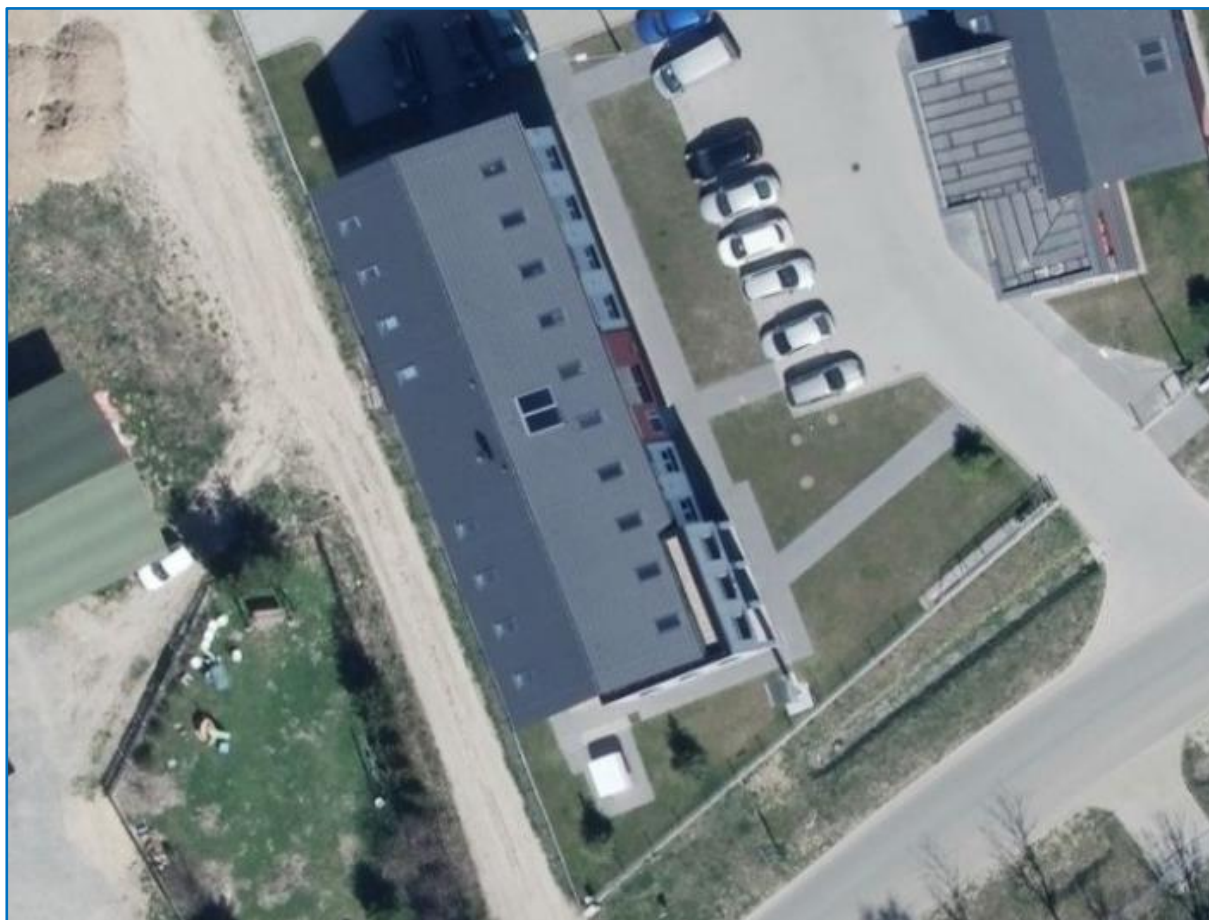


Rys. Widok wschodniej połaci Obiektu budowlanego P.

1.2.3. Obiekt magazynowo-biurowy L □

Obiekt budowlany użyteczności publicznej 3-kondygnacyjny o konstrukcji **żelbetowej** tradycyjnej ze stropem gęstożebrowym opartym na ścianach konstrukcyjnych. Podkonstrukcją dachową stanowi deskowa drewniana konstrukcja **płatwiowo-kleszczowa**. Pokrycie połaci dachowej **skośnej** po kącie **30°** wykonane z **dachówki ceramicznej**. Obiekt wyposażony w zwody instalacji **odgromowej** LPS. Rok oddania obiektu do użytkowania: 2010.

Nieruchomość o kubaturze: **3.380,00 m³** i wysokości **11,00 m**. Budynek wyposażony w instalację **elektryczną** z linią zasilającą typu **kablowego**, instalację centralnego **ogrzewania**, zasilaną przez gruntową pompę ciepła typu glikol/woda oraz instalację **wentylacji** mechanicznej nawiewno-wywiewnej.



Rys. Widok satelitalny Obiektu magazynowo-biurowego L unaoczniający architekturę połaci dachowych w układzie W-E.



Rys. Widok **wschodniej** połaci Obiektu budowlanego P.



Rys. Widok **wschodniej** fasady Obiektu budowlanego P.

Ze względu na zabudowanie **krokwi** na poziomie poddasza oraz zabudowanie **podbitki** dachowej brak aktualnej możliwości określenia częstotliwości rozstawu krokwi. Do celów projektowania i doboru technicznego konstrukcji nośnej-montażowej modułów mikroinstalacji przyjęć częstotliwość nie mniejszą niż: **60 cm**.

Aktualne i ważne do 13.07.2020 roku świadectwo charakterystyki energetycznej budynku użyteczności publicznej dla przedmiotowego **Obiektu magazynowo-biurowego L** określa zapotrzebowanie na energię pierwotną zgodnie z wymaganiami **WT2008** w wysokości: **18,77 kWh/m²·rok**. Zapotrzebowana energia końcowa została określona co do wartości: **25,64 kWh/m²·rok**.

Charakterystyka techniczno-użytkowa budynku przewiduje eksploatację instalacji fotowoltaicznej na potrzeby zasilania instalacji **ogrzewania** w skali 100% pokrycia zapotrzebowania oraz przygotowania **c.w.u.** w systemie mieszanym. Udział energii końcowej pochodzenia fotowoltaicznego obliczono na poziomie: **25,63 kWh/m²·rok**.

Ze względu na **standardowe** warunki brzegowe przedstawione w świadectwach charakterystyki energetycznej budynków, wartości zapotrzebowania na energię nie pozwalają na określenie **rzeczywistego** zużycia energii w budynkach ze względu na odniesienie zużycia energii do powierzchni obiektów. Celowe jest zatem odniesienie mocy koncepcyjnej instalacji fotowoltaicznych do średniorocznego **zużycia** energii elektrycznej czynnej na podstawie wskazań układów pomiarowo-rozliczeniowych.

1.3. Istniejąca infrastruktura zasilania elektrycznego w nieruchomościach

Wszystkie obiekty budowlane są **aktualnie** zasilane energią elektryczną **wyłącznie** ze złączy kablowych sieci elektroenergetycznej niskiego napięcia właściwego terytorialnie Operatora Systemu Dystrybucyjnego: Energa Operator S.A. Budynki nie są **aktualnie** wyposażone w **żadne** źródła wytwórcze energii elektrycznej, wykorzystujące nieodnawialne i odnawialne nośniki energii. Wszystkie budynki są zasilane strumieniem **energii cieplnej** c.o. i c.w.u., pochodzącym ze źródła gruntowej pompy ciepła z czynnikiem roboczym typu glikol/woda.

Profil obciążenia konsumpcyjnego energią elektryczną dla 3 obiektów budowlanych jest charakterystyczny dla grupy nieruchomości magazynowych typu **gospodarczego** oraz **biurowego** i cechuje się **nierównomiernym** okresowym kształtem przebiegu zużycia energii elektrycznej czynnej w skali roku, wynikającym z niejednostajnego poboru energii elektrycznej przez urządzenia pompy ciepła, w szczególności sprężarkę.

Obiekty budowlane **P** oraz **L** są wyposażone w **2 niezależne** Punkty Poboru Energii. Obwody elektryczne obiektu Hali Stalowej są zasilane **kablowo** z wewnętrznej linii zasilającej pochodzącej z przyłącza kablowego budynku **P**.

Tab. Zestawienie parametrów elektrycznych stałych i zmiennych Punktów Poboru Energii w nieruchomościach.

Numer PPE	Numer licznika energii	Moc umowna przyłącza	Grupa taryfowa	Konsumpcja energii elektrycznej
PL0037330053143013	00043923	32,50 kW	C12A	39.000,00 kWh/rok
PL0037330080070819	00043929	32,50 kW	C12A	45.000,00 kWh/rok

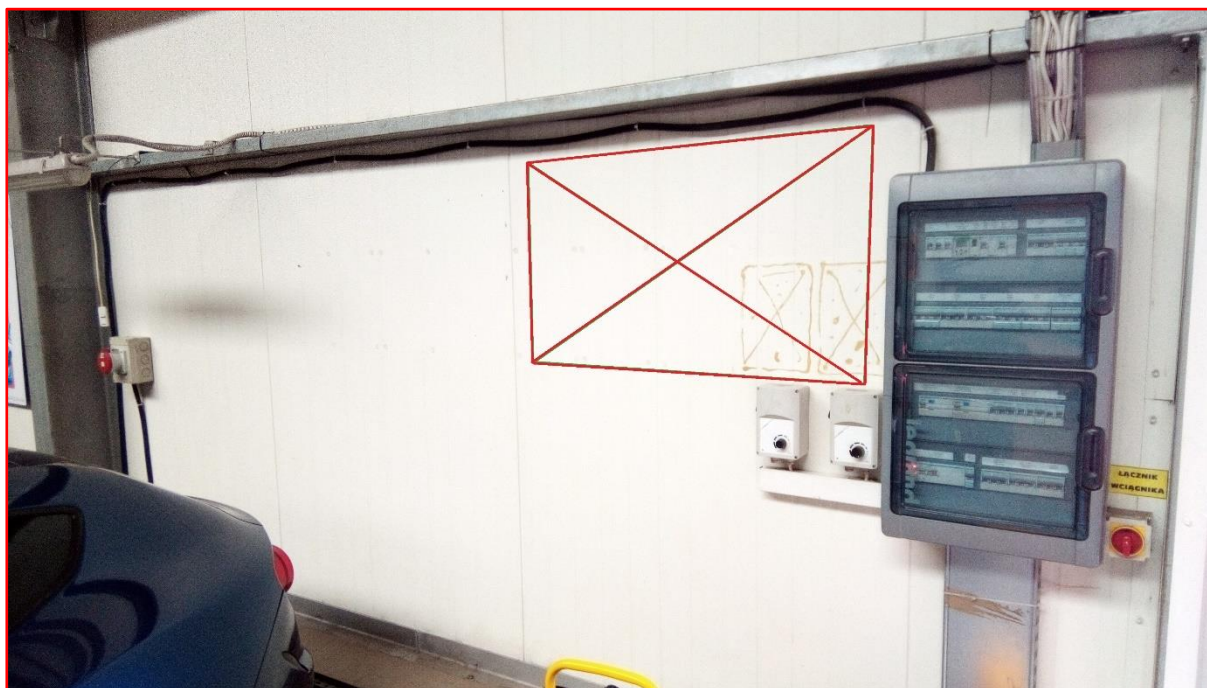
Instalacje **rozdzielcze** z urządzeniami zabezpieczającymi obwody elektryczne, w tym rozdzielnice tablicowe są zainstalowane w dedykowanych i niezależnych pomieszczeniach w obrębie Obiektu magazynowo-biurowego **P** i Obiektu magazynowo-biurowego **L**. Rozdzielnicza zabezpieczająca obwody elektryczne Hali Stalowej, stanowiąca podukład rozdzielniczy Obiektu **P**, jest zlokalizowana na południowej ścianie budynku Hali Stalowej.

Stan techniczny infrastruktury elektrycznej jest bardzo dobry i reprezentuje **wysoki** poziom kultury technicznej. Pomieszczenia w których zlokalizowano rozdzielnice są prawidłowo **wentylowane**, odpowiednio **zacienione** oraz spełniają wymagania konieczne i wystarczające do montażu w ich obrębie przekształtników energoelektrycznych.

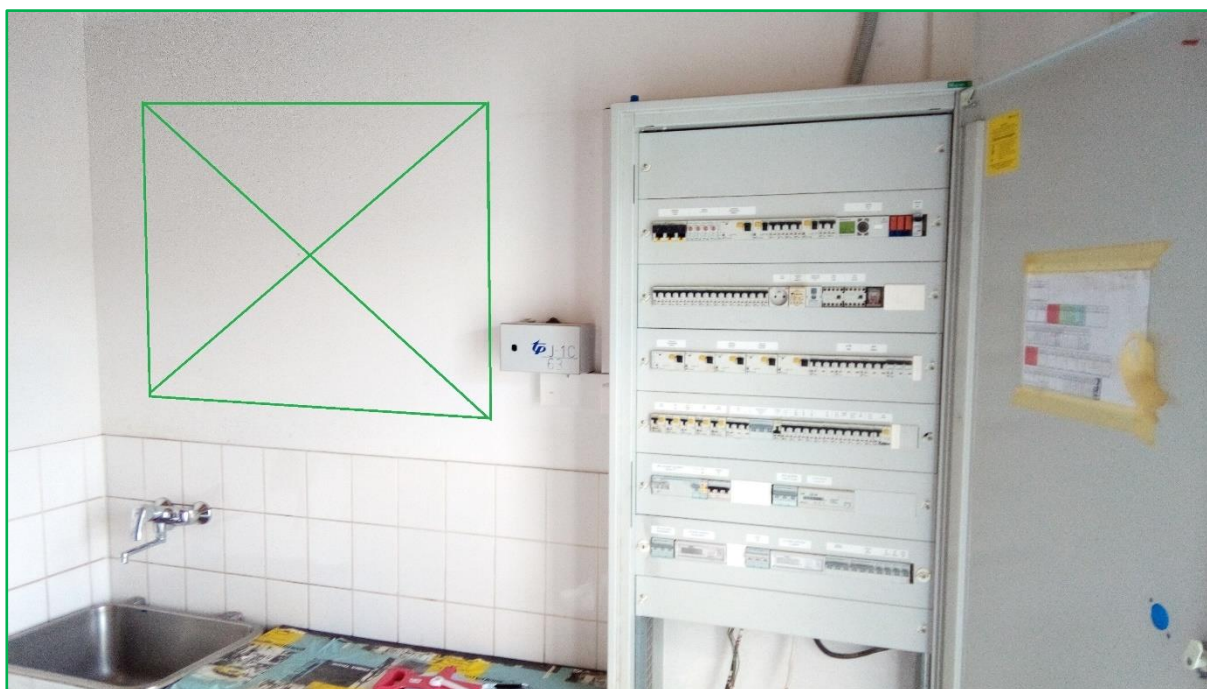
Aktualne na dzień 20.04.2020 roku protokoły badań okresowych instalacji elektrycznych wszystkich nieruchomości w zakresie: prawidłowego zadziałania wyłączników przeciwpożarowych na obiektach, pomiarów rezystancji instalacji odgromowej LPS wybranych budynków oraz skuteczności ochrony przeciwporażeniowej przy dotyku pośrednim oraz bezpośrednim przez samoczynne wyłączenie zasilania elektrycznego w układzie sieciowym TNS,

z zabezpieczeniami przeciwprzetyżeniowymi, rozłącznikami instalacyjnymi i wyłącznikami różnicowoprądowymi, potwierdzają **jednoznacznie**, że wszystkie budynki nadają się do eksploatacji.

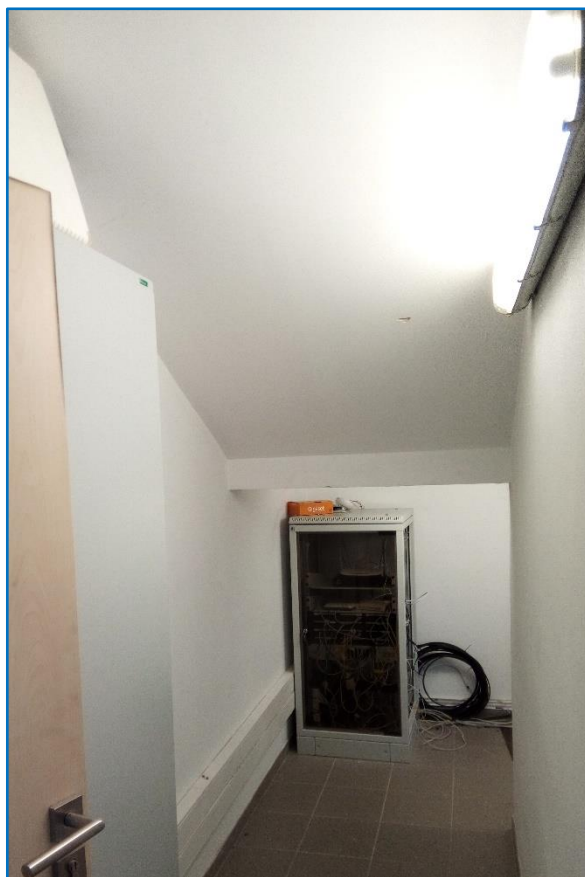
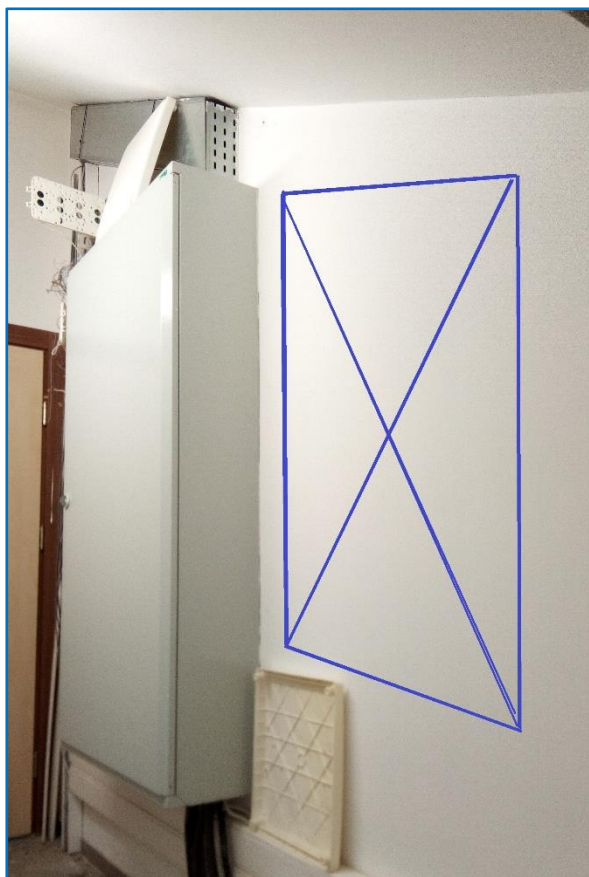
Instalacje rozdzielcze elektryczne wewnętrzne wszystkich obiektów budowlanych są strukturalnie **przystosowane** do **równoległej** integracji przewodów zasilających prądu przemiennego instalacji fotowoltaicznych z modułowymi zabezpieczeniami w obrębie rozdzielnic elektrycznych wszystkich 2 nieruchomości.



Rys. Widok rozdzielnicy elektrycznej zabezpieczającej obwody elektryczne budynku **Hali Stalowej** z zaznaczonym kolorem **czzerwonym** obszarem montażu falownika sieciowego oraz rozdzielnic zabezpieczających obwody prądu DC i AC.



Rys. Widok głównej rozdzielnicy elektrycznej zabezpieczającej obwody elektryczne **Obiektu biurowego P** z zaznaczonym kolorem **zielonym** obszarem montażu falownika sieciowego oraz rozdzielnic zabezpieczających obwody prądu DC i AC.



Rys. Widok głównej rozdzielnicy elektrycznej zabezpieczającej obwody elektryczne **Obiektu biurowego L** z zaznaczonym kolorem **niebieskim** obszarem montażu falownika sieciowego oraz rozdzielnic zabezpieczających obwody prądu DC i AC.

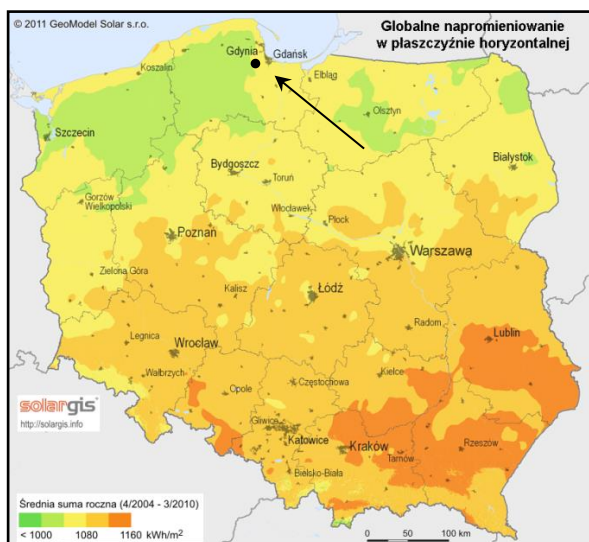


Rys. Obiekt biurowy L wyposażony jest w 2 niezależne rozdzielnice poziome, zabezpieczające obwody elektryczne na poziomie kondygnacji T1 (lewa) i T2 (prawa). W obrębie rozdzielnic T1 i T2 **nie istnieje** możliwość zlokalizowania falowników sieciowych instalacji fotowoltaicznej ze względu na brak możliwości zagwarantowania przydatności eksploatacyjnej.

1.4. Analiza lokalizacji i czynniki generujące zacinienie

Inwestycja polegająca na realizacji prac montażowych fotowoltaicznego źródła wytwórczego zostanie zrealizowana w punkcie o współrzędnych DMS: **54°19'18.06" N 18°32'04.29" E**. Punkt zlokalizowany jest na obszarze dla którego wartość globalnego napromieniowania w płaszczyźnie horyzontalnej wynosi: **1.100,00 kWh/m²-rok**.

Moduły generatorów zostaną usadowione we wszystkich przypadkach **równolegle** do płaszczyzn połąci dachowych z **separacją** w celu zagwarantowania skutecznego konwekcyjnego procesu odprowadzania ciepła odpadowego. Instalacje koncepcyjne zostały zasymulowane w układzie azymutalnym **południowym** S oraz w alternatywnym układzie **wschód-zachód** W-E.



Rys. Mapa napromieniowania słonecznego Polski wraz z zaznaczoną punktem lokalizacją planowanej inwestycji.



Rys. Widok satelitarny obiektów ukazujący brak wysokich źródeł zacinienia z wszystkich kierunków geograficznych.

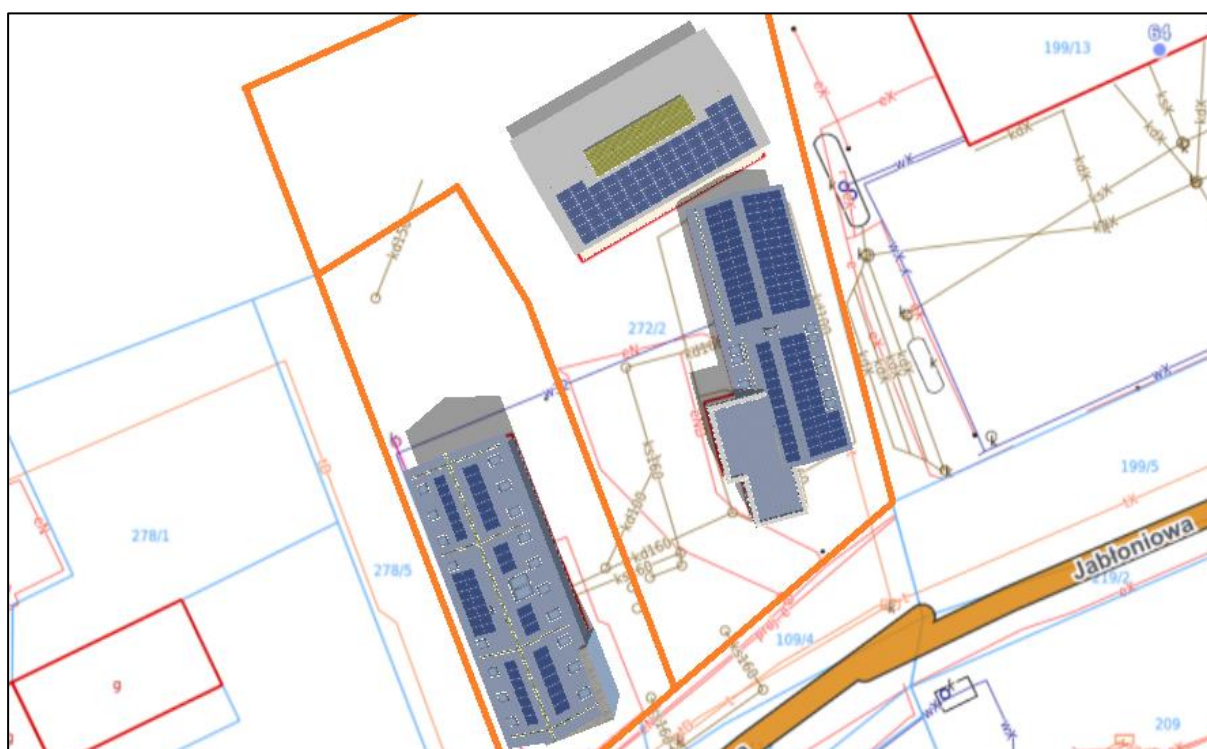


Rys. Symulacja numeryczna satelitarna przedstawiająca natężenie strefowe cienia pochodzącego od przeszkód terenowych, zlokalizowanych w bezpośredniej bliskości obiektów budowlanych. Kolorem **zielonym** oznaczono obszary **wolne** od wpływu cienia terenowego zaś kolorem **czerwonym** obszary zlokalizowane w kierunku północnym od wysokich przeszkód terenowych.

Obszar ekspozycji słonecznej dla lokalizacji planowanego generatora jest **transparentny** dla promieniowania oraz całkowicie **wolny** od czynników zacinających. Oznacza to, że na trajektorii padających promieni słonecznych w miejscu planowanej inwestycji nie występują **żadne** źródła cienia mogące powodować zmniejszenie ilości generowanej energii elektrycznej na skutek deterioracji wartości współczynnika uzysku energetycznego.

1.5. Stan koncepcyjnie docelowy

Stan docelowy zostanie osiągnięty po zakończeniu realizacji inwestycji polegającej na montażu 2 niezależnych mikroinstalacji fotowoltaicznych w obrębie powierzchni połaci dachowych 3 obiektów budowlanych. Realizacja inwestycji ma na celu **zrównoważenie bilansu energetycznego** obiektu w wyniku eksploatacji energii elektrycznej pochodzenia słonecznego.



Rys. Symulacja numeryczna satelitarna przedstawiająca koncepcję rozmieszczenia modułów fotowoltaicznych na połaciach budynków będących przedmiotem niniejszego projektu na tle mapy sieci uzbrojenia terenu. Ze względu na strukturę **własności** oraz **ograniczenia** przestrzenne zaproponowano instalacje zintegrowane typu dachowego o ustalonej architekturze.

1.6. Podstawa opracowania

Bazą do opracowania niniejszego dokumentu są obowiązujące przepisy właściwe tematycznie branży budowlanej i energetycznej aktualne na dzień 20.04.2020 roku oraz przeprowadzona terenowa wizja lokalna i oględziny nieruchomości zrealizowane w celu jednoznacznego określenia **zasadności** ekonomicznej i środowiskowej dla realizacji planowanych prac montażowych instalacji fotowoltaicznych.

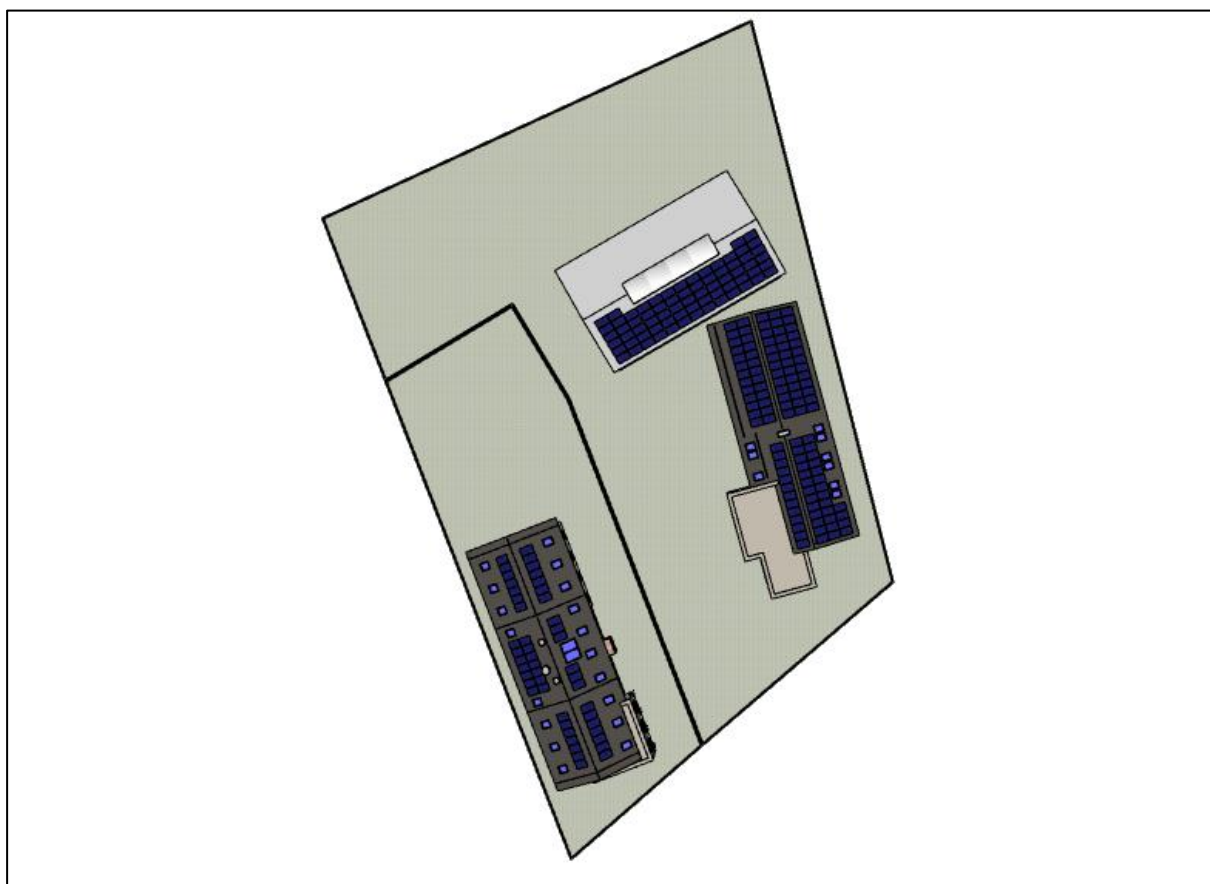
Przeprowadzono wywiad z przedstawicielem inwestora oraz dokonano analizy dokumentacji budowlanej, elektrycznej, topograficznej i satelitarnej w celu ustalenia wszelkich obiektywnych przeszkód mogących wpłynąć niekorzystnie na realizację inwestycji oraz uzyskać energetyczne źródła wytwórczego na etapie eksploatacji.

W wyniku przeprowadzonej analizy ustalono ponad wszelką wątpliwość, że **nie występują** czynniki zagrażające skutecznej realizacji inwestycji oraz **nie występują** negatywne lub niepożądane zjawiska zewnętrzne mogące wpływać na zmniejszenie ilości energii elektrycznej generowanej przez instalacje fotowoltaiczne.

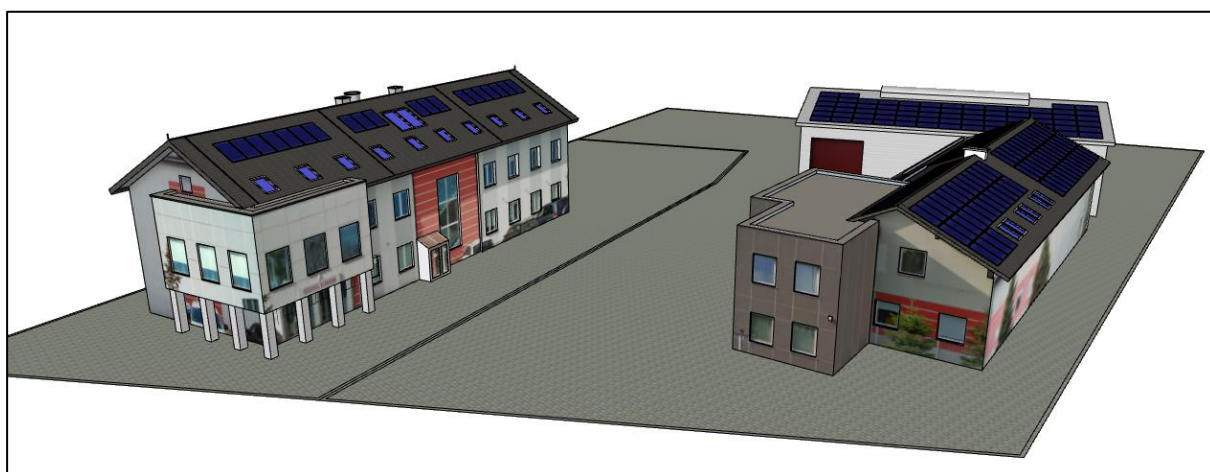
2. WYNIKI SYMULACJI KONCEPCYJNEJ

2.1. Wizualizacja zbiorcza koncepcji systemów fotowoltaicznych

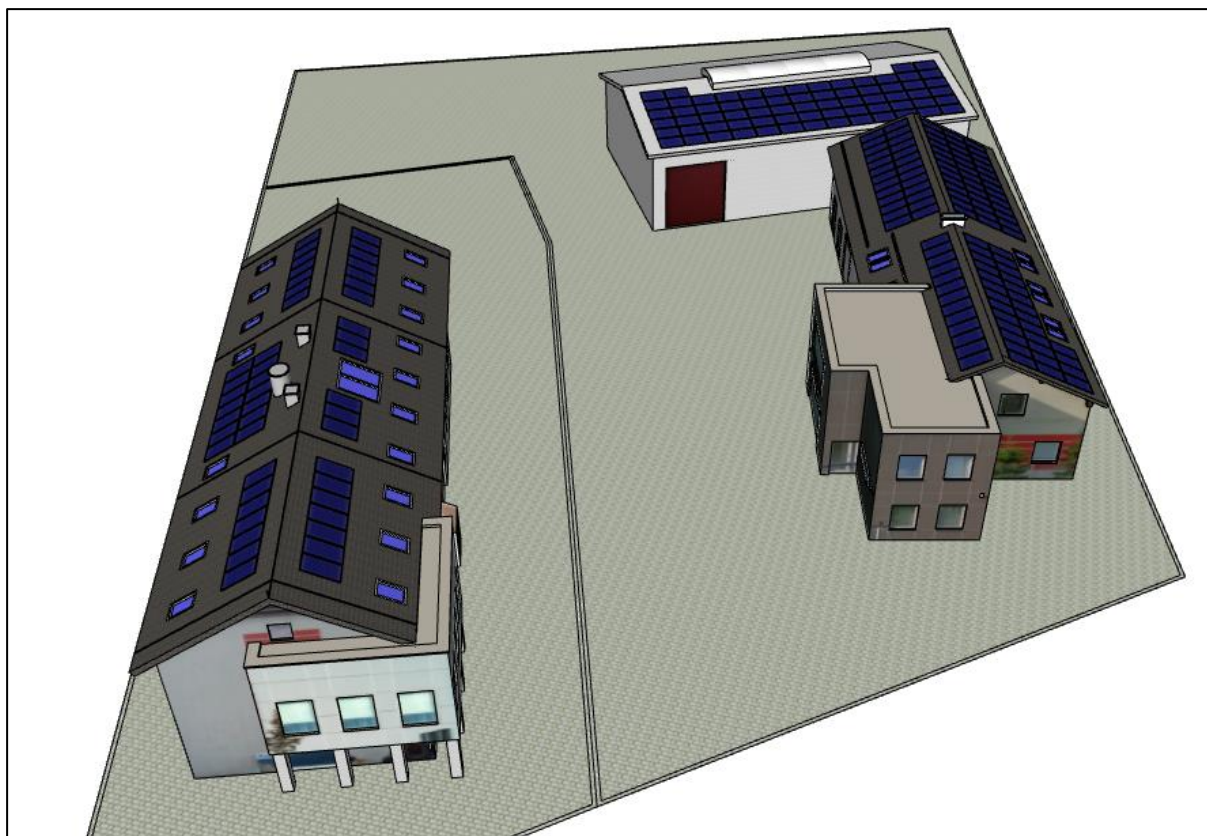
Zaprojektowano kompleksowo w programie graficznym oraz symulacyjnym 3 niezależne instalacje fotowoltaiczne o skumulowanej mocy standardowej: **71,00 kWp**, po uwzględnieniu czynników i parametrów rzeczywistych. Uwzględniono wyłącznie **aktywną i dostępną** powierzchnię zabudowy modułami fotowoltaicznymi połaci dachowych pomniejszoną o powierzchnię przeszkód w postaci kominów spalinowych, kanałów wentylacyjnych, okien dachowych, świetlików, płotków przeciwśniegowych oraz zwodów instalacji odgromowej.



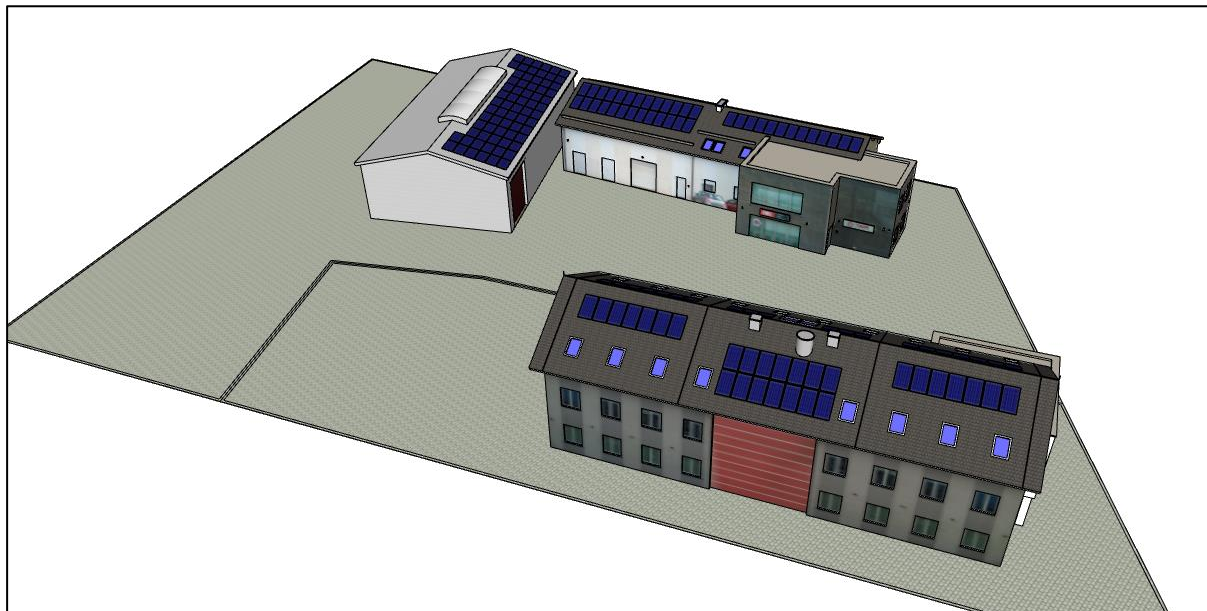
Rys. Symulacja graficzna satelitarna przedstawiająca schemat rozmieszczenia modułów fotowoltaicznych mikroinstalacji na 5 niezależnych połaciach dachowych 3 obiektów budowlanych, będących przedmiotem projektu koncepcyjnego.



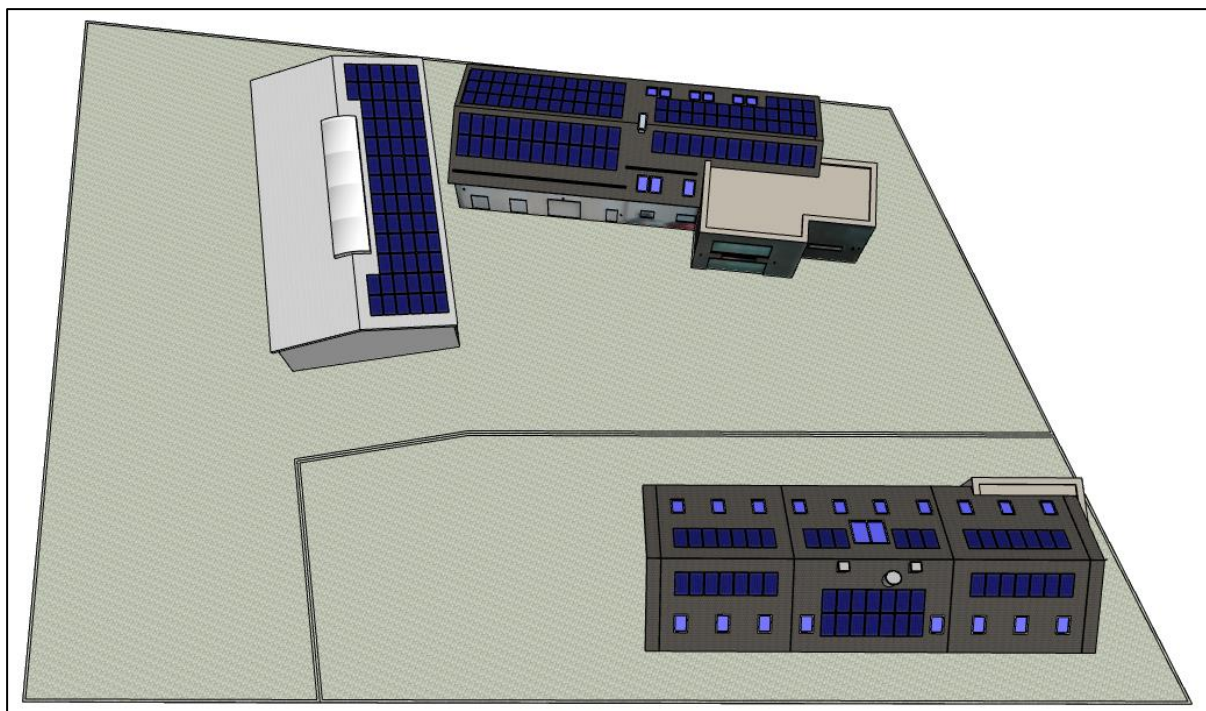
Rys. Symulacja aksonometryczna przedstawiająca schemat rozmieszczenia modułów fotowoltaicznych instalacji na połaciach dachowych zorientowanych w kierunku wschodnim i południowym, zarejestrowana z kierunku **SE**.



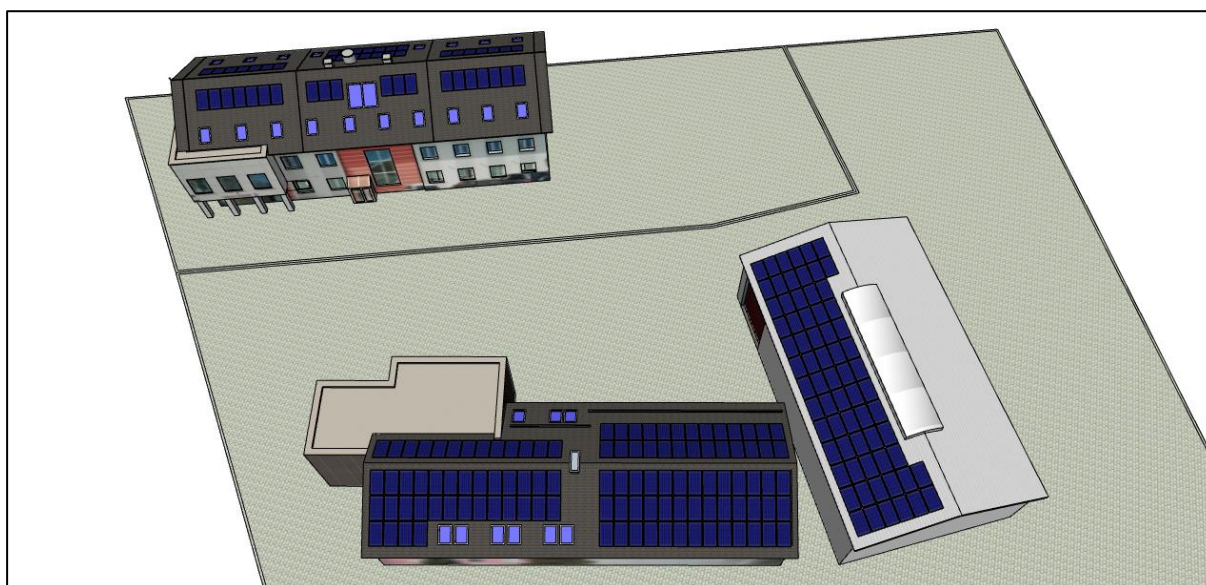
Rys. Symulacja graficzna aksonometryczna przedstawiająca schemat rozmieszczenia modułów fotowoltaicznych instalacji na wszystkich połaciach dachowych obiektów budowlanych zarejestrowana z kierunku **S**.



Rys. Symulacja aksonometryczna przedstawiająca schemat rozmieszczenia modułów fotowoltaicznych instalacji na połaciach dachowych zorientowanych w kierunku zachodnim i południowym, zarejestrowana z kierunku **W**.



Rys. Symulacja graficzna satelitarna przedstawiająca schemat rozmieszczenia modułów fotowoltaicznych mikroinstalacji na 5 niezależnych połaciach dachowych 3 obiektów budowlanych, zarejestrowana z kierunku **W**.



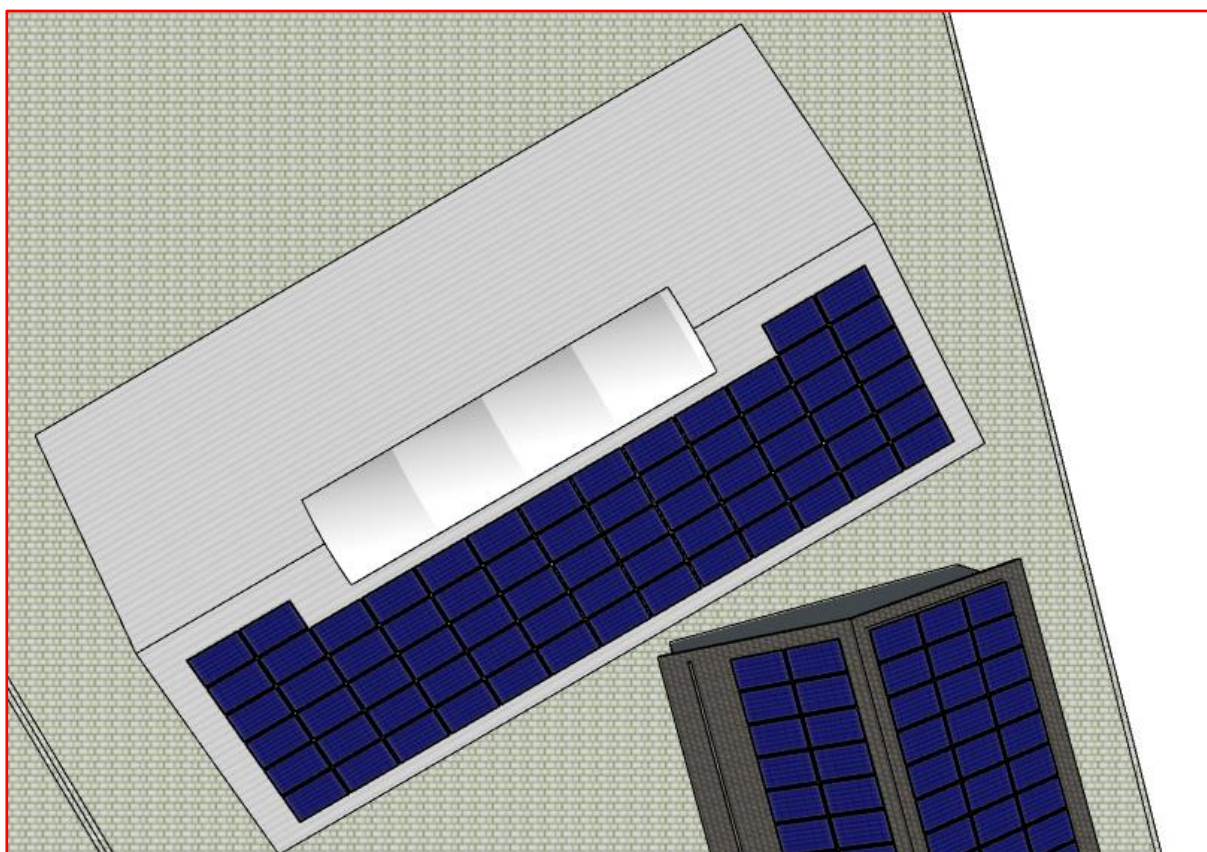
Rys. Symulacja graficzna satelitarna przedstawiająca schemat rozmieszczenia modułów fotowoltaicznych mikroinstalacji na 5 niezależnych połaciach dachowych 3 obiektów budowlanych, zarejestrowana z kierunku **E**.

2.2. Mikroinstalacja fotowoltaiczna na połaci dachowej Hali Stalowej □

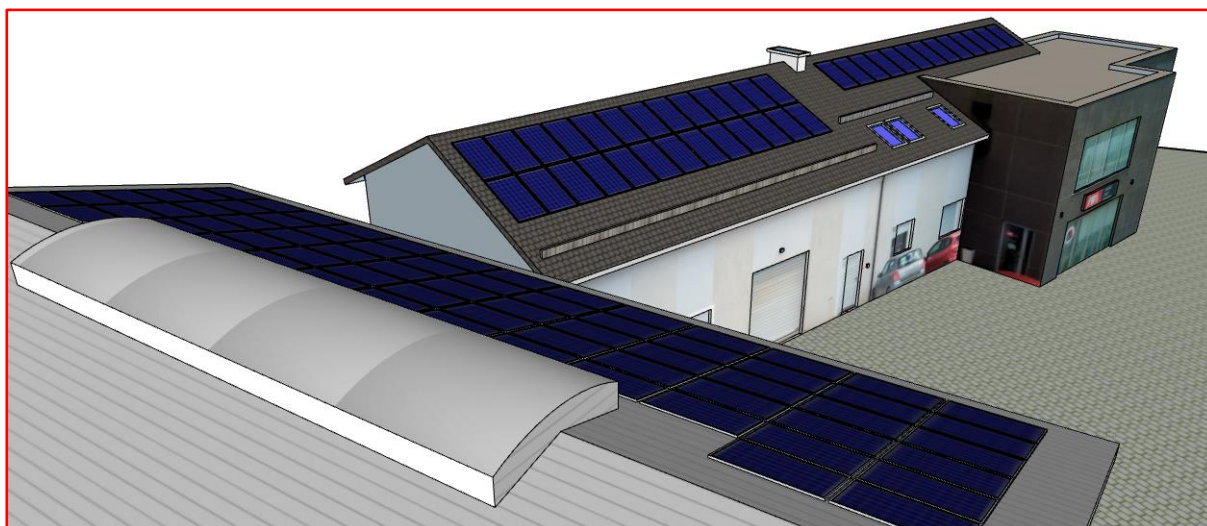
Na powierzchni połaci dachowej zorientowanej w kierunku **południowym** budynku Hali Stalowej zaproponowano mikroinstalację fotowoltaiczną o powierzchni nie większej niż: **115,00 m²**, zbudowaną z nie więcej niż: **69 szt.** modułów fotowoltaicznych o standardowych wymiarach nie większych niż: **1,00 m x 1,75 m** w układzie **poziomym**.

Tab. Zestawienie parametrów elektrycznych mikroinstalacji fotowoltaicznej na połaci dachowej budynku Hali Stalowej.

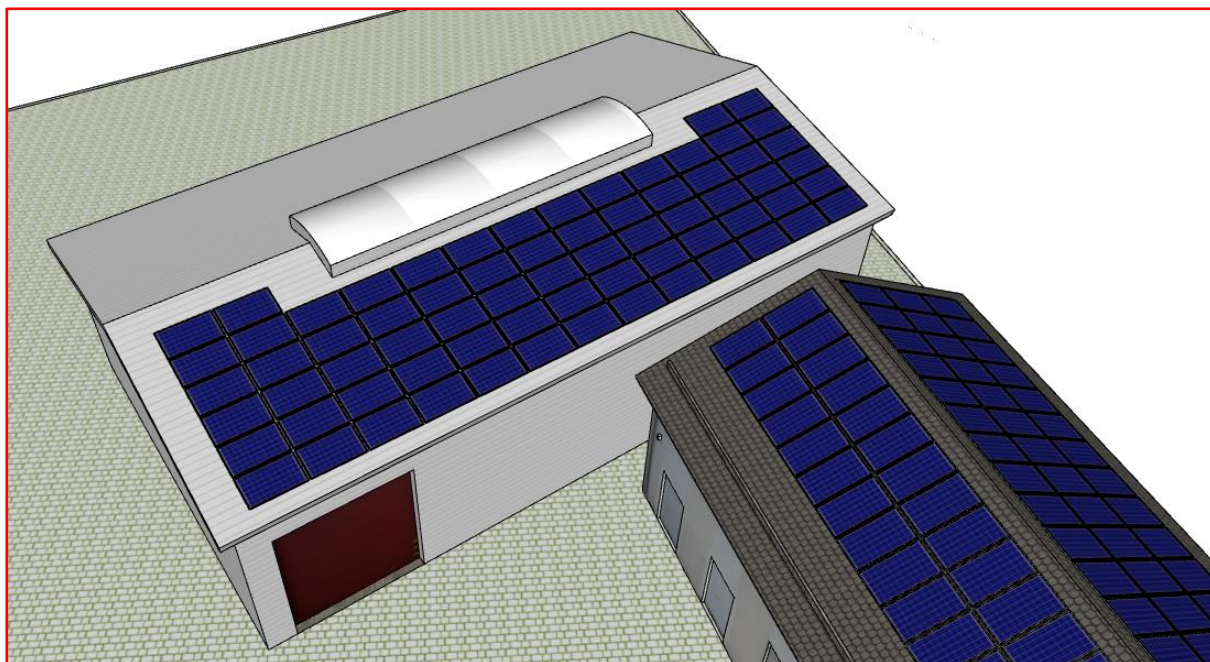
Moc STC instalacji	Uzysk energetyczny	Ilość energii wyprodukowanej	Współczynnik wydajności	Suma strat od źródeł cienia
20,70 - 22,77 kWp	942,00 kWh/kWp	21.450,00 kWh/rok	85,70%	3,40%/rok



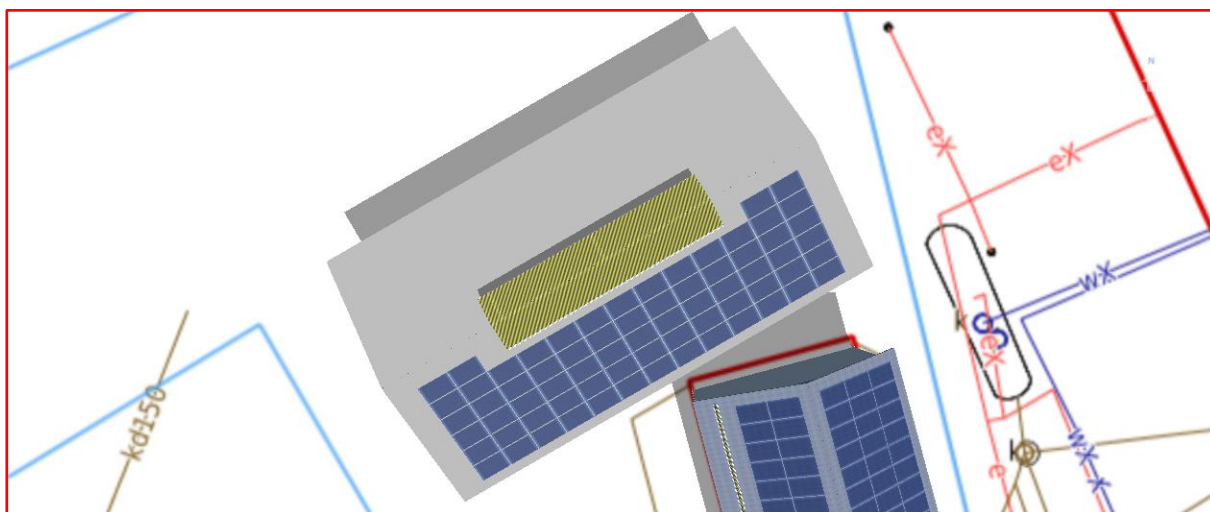
Rys. Koncepcja graficzna satelitarna mikroinstalacji fotowoltaicznej na **południowej** połaci budynku Hali Stalowej.



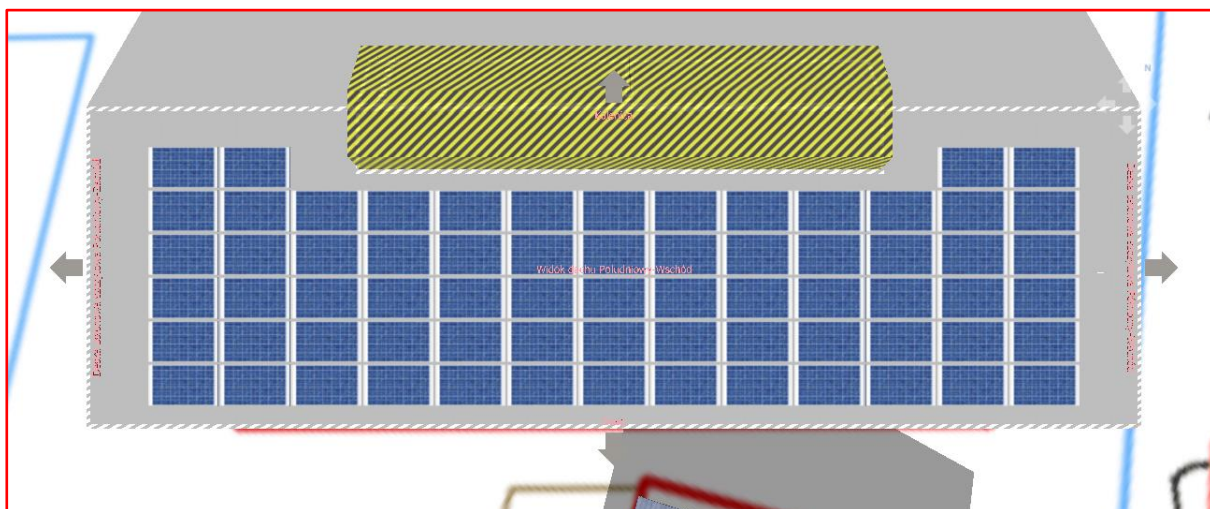
Rys. Koncepcja graficzna mikroinstalacji fotowoltaicznej na **południowej** połaci budynku Hali Stalowej widziana z kierunku **N**.



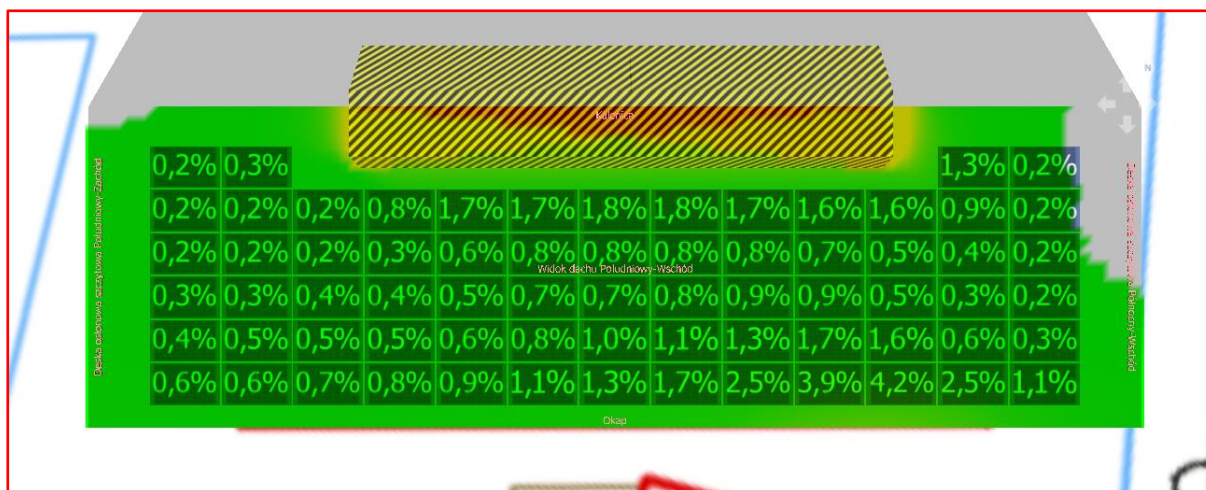
Rys. koncepcja graficzna aksonometryczna mikroinstalacji fotowoltaicznej na **południowej** połaci budynku Hali Stalowej.



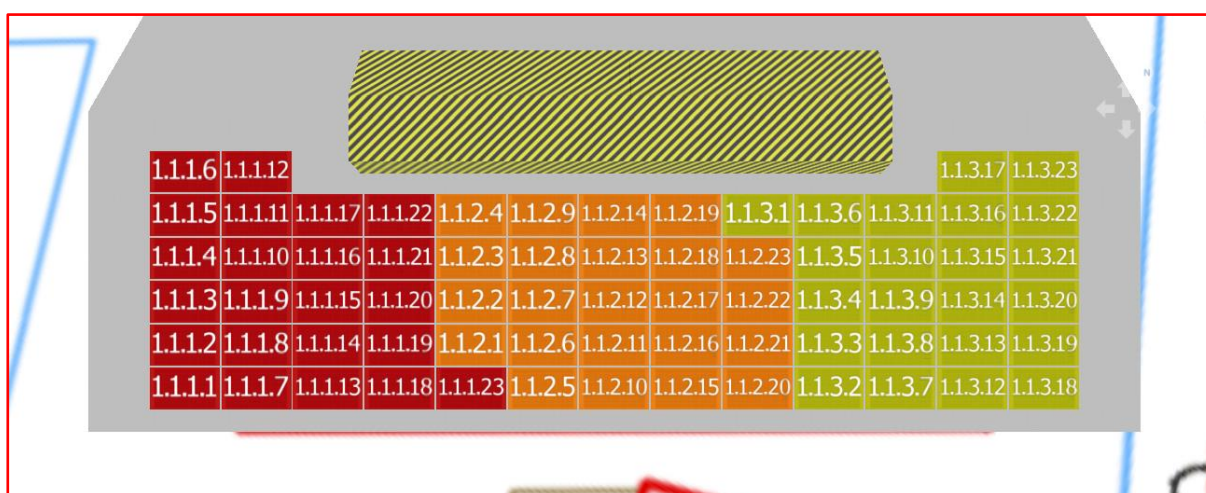
Rys. koncepcja numeryczna satelitarna mikroinstalacji fotowoltaicznej na **południowej** połaci budynku Hali Stalowej.



Rys. koncepcja numeryczna rozmieszczenia modułów mikroinstalacji na **południowej** połaci budynku Hali Stalowej.



Rys. Symulacja numeryczna częstotliwości obciążenia modułów cieniem na południowej połaci budynku Hali Stalowej.



Rys. Symulacja numeryczna separacji szeregów łańcuchowych modułów na południowej połaci budynku Hali Stalowej.

Szeregi łańcuchowe wszystkich modułów instalacji fotowoltaicznej zlokalizowanych na wszystkich połaciach dachu wszystkich budynków należy zintegrować **symetrycznie** na sposób **szeregowy** lub **szeregowo-równoległy** z **1 szt.** falownika sieciowego do zastosowań fotowoltaicznych na każdą instalację przy zachowaniu wartości współczynnika **wymiarowania** mocy standardowej modułów do mocy nominalnej falownika nie większej niż **120%**.

Dokonując doboru falownika sieciowego do zastosowań fotowoltaicznych należy w każdym przypadku postępować zgodnie z wytycznymi **zasad** jakości konfiguracji elektrycznej ze szczególnym uwzględnieniem **kryterium**: możliwie jak najmniejszej ilości falowników, możliwie jak najmniejszej ilości typów falowników przypadających na instalację oraz możliwie jak najmniejszej długości przewodów prądu stałego i przemiennego.

Zaproponowana instalacja fotowoltaiczna na połaci **Hali Stalowej** koncepcyjnie składa się z **5** zintegrowanych rzędów modułów po **13 szt.** modułów w każdym rzędzie oraz z **2** rzędów modułów po **2 szt.** modułów w rzędzie w sąsiedztwie świetlika. W projekcie koncepcyjnym uwzględniono we wszystkich przypadkach odległości pomiędzy modułami co do wartości równe szerokościom klem środkowych montażowych.

Ze względu na zintegrowanie obwodów zasilających **Hali Stalowej** z **kablową** linią zasilającą Obiektu biurowego **P**, przyporządkowaną do przyłącza o mocy umownej nieprzekraczającej wartości: **32,50 kW**, nastąpiło koncepcyjne **przekroczenie** mocy umownej PPE o wartość równą wartości mocy instalacji fotowoltaicznej na Hali Stalowej.

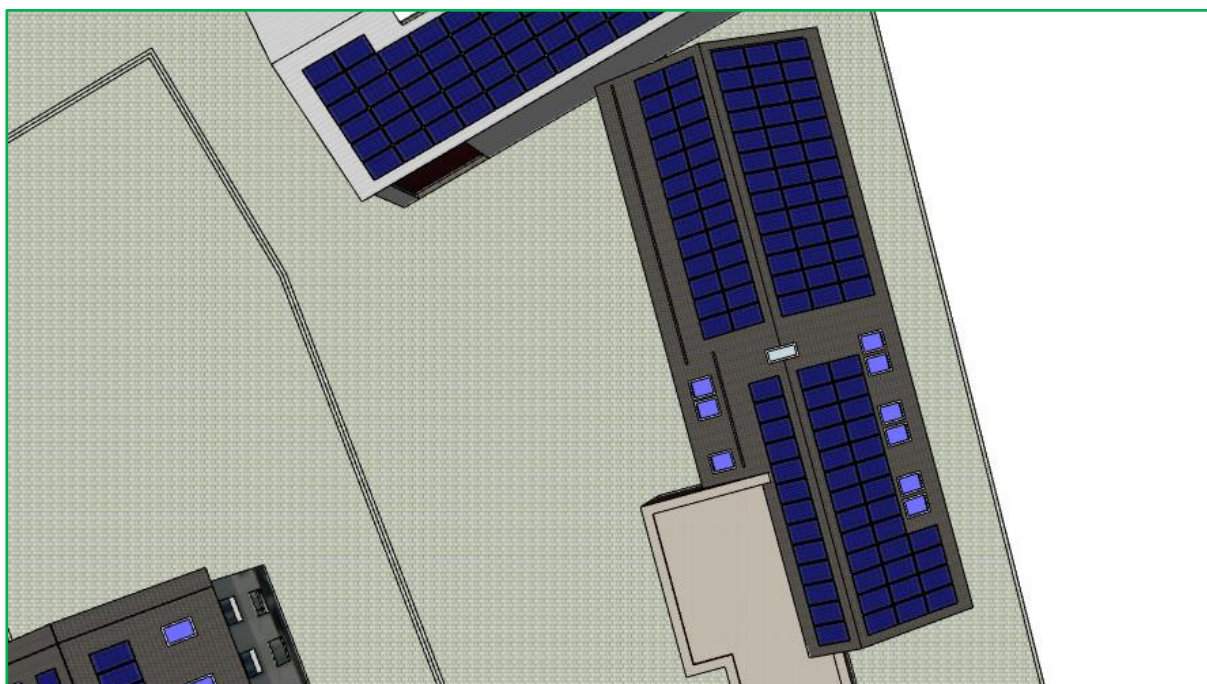
W celu określenia wykonalności instalacji fotowoltaicznej na połaci dachowej Hali Stalowej należy do właściwego terytorialnie OSD, tj. Energa Operator S.A. wystąpić **zawczasu** z wnioskiem o **Zmianę Mocy Umownej**.

2.3. Mikroinstalacja fotowoltaiczna na połaci dachowej Obiektu magazynowo-biurowego P □

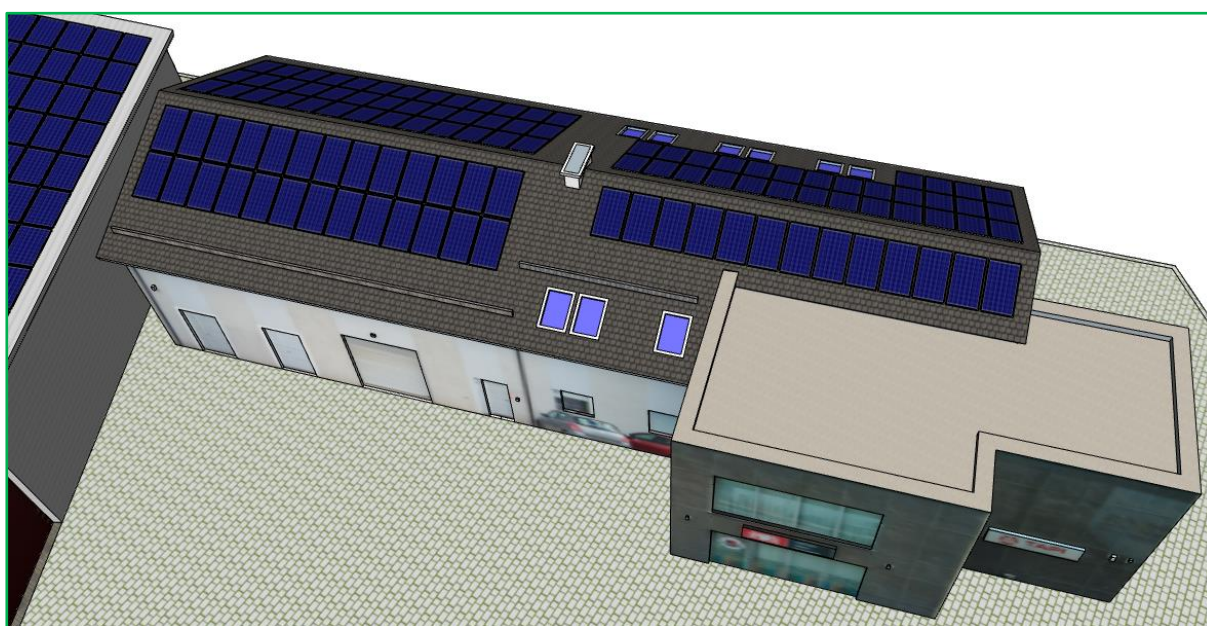
Na dostępnej powierzchni aktywnej połaci dachowej zorientowanej w kierunku **zachodnim** i **wschodnim** Obiektu magazynowo-biurowego **P** zaproponowano instalację fotowoltaiczną, zbudowaną z nie więcej niż, odpowiednio: **39 szt.** i **69 szt.** modułów fotowoltaicznych o standardowych wymiarach nie większych niż: **1,00 m x 1,75 m** w układzie **pionowym**. Całkowita powierzchnia aktywna modułów instalacji to nie więcej niż: **179,00 m²**.

Tab. Zestawienie parametrów elektrycznych mikroinstalacji fotowoltaicznej na 2 połaciach dachowych Obiektu biurowego P.

Moc STC instalacji	Uzysk energetyczny	Ilość energii wyprodukowanej	Współczynnik wydajności	Suma strat od źródeł cienia
32,40 kWp	794,00 kWh/kWp	25.800,00 kWh/rok	83,80%	4,10%/rok



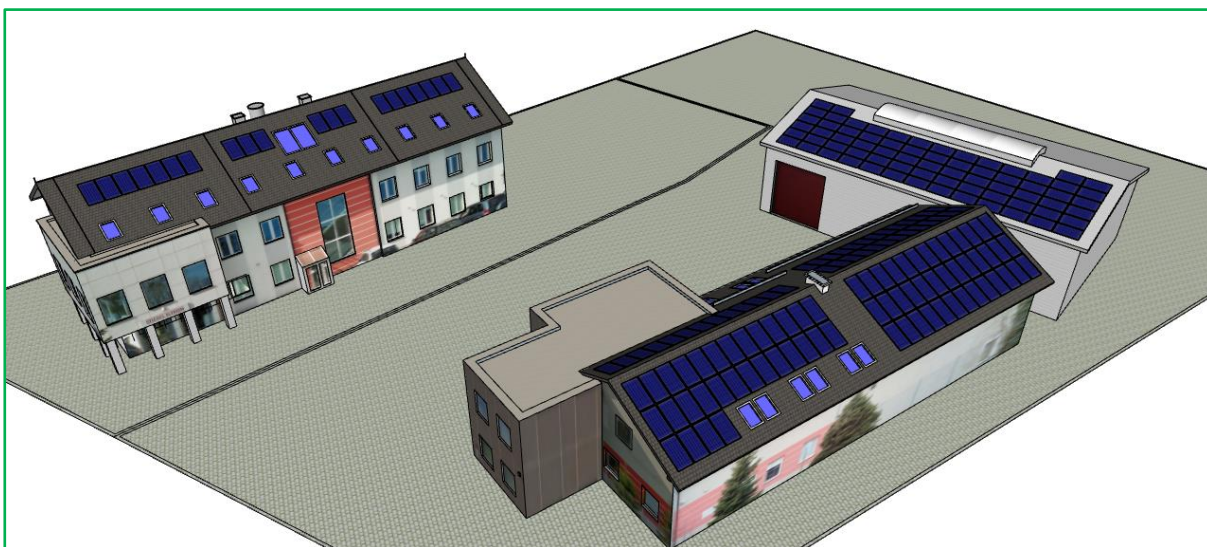
Rys. Koncepcja graficzna satelitarna mikroinstalacji fotowoltaicznej na 2 połaciach dachowych Obiektu biurowego P.



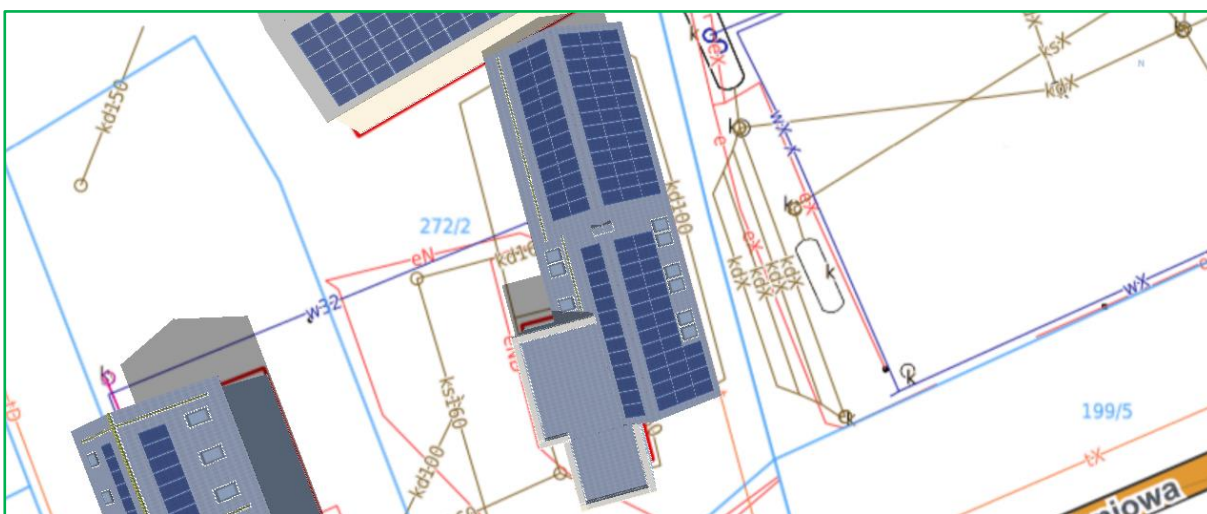
Rys. Koncepcja graficzna mikroinstalacji fotowoltaicznej na **zachodniej** połaci Obiektu biurowego **P** widziana z kierunku **W**.



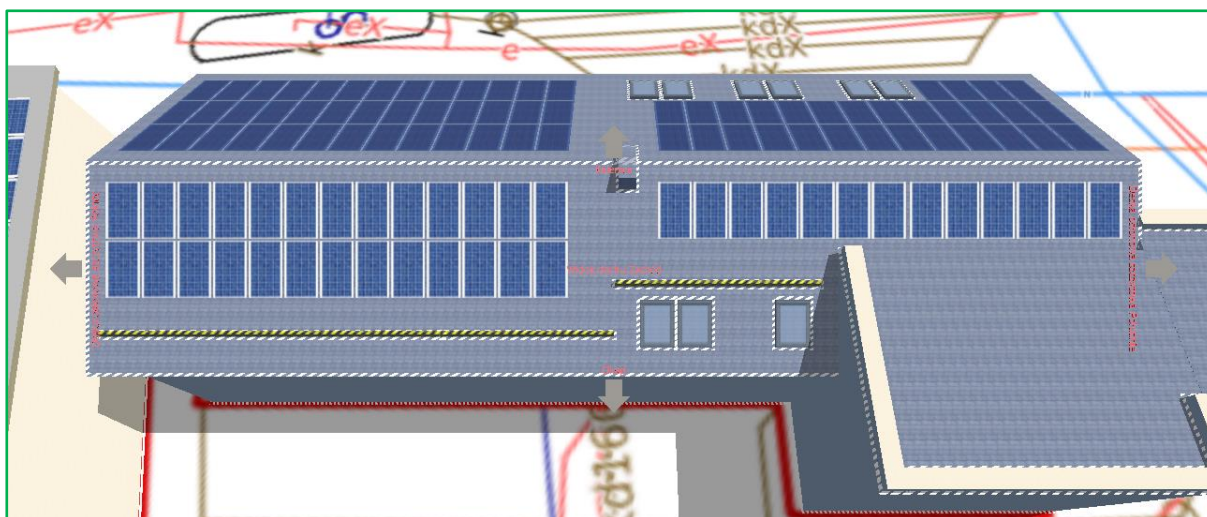
Rys. Konceptcja graficzna aksonometryczna mikroinstalacji fotowoltaicznej na zachodniej połaci Obiektu biurowego P.



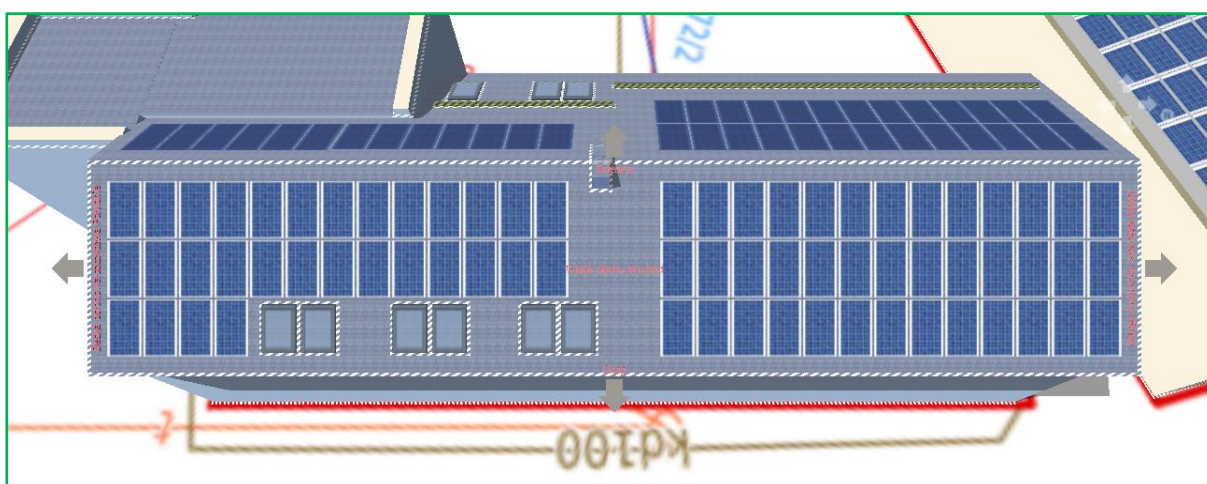
Rys. Konceptcja graficzna aksonometryczna mikroinstalacji fotowoltaicznej na wschodniej połaci Obiektu biurowego P.



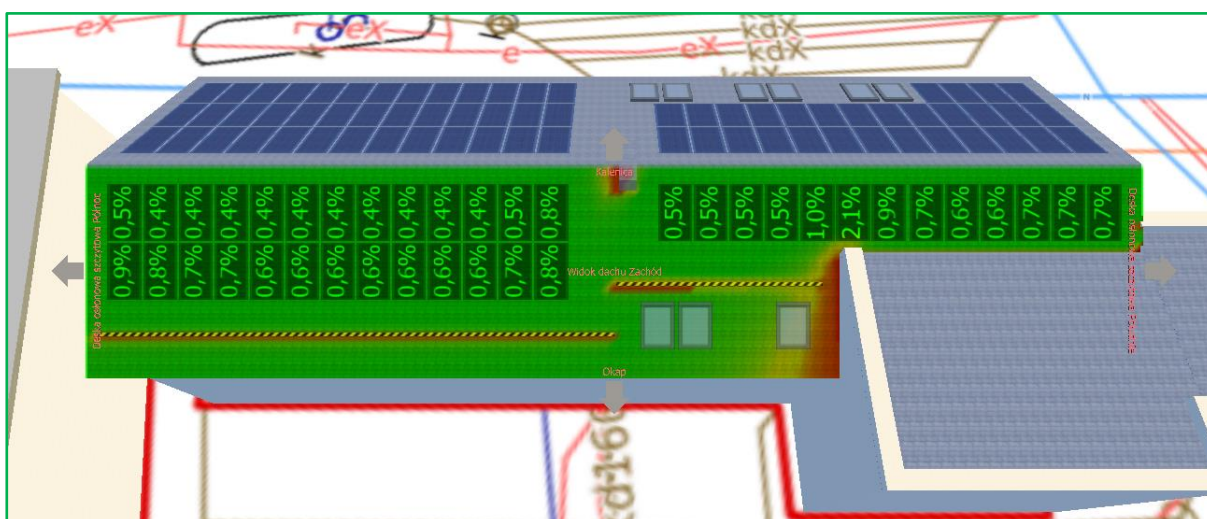
Rys. Konceptcja numeryczna satelitarna mikroinstalacji fotowoltaicznej na 2 połaciach dachowych Obiektu biurowego P.



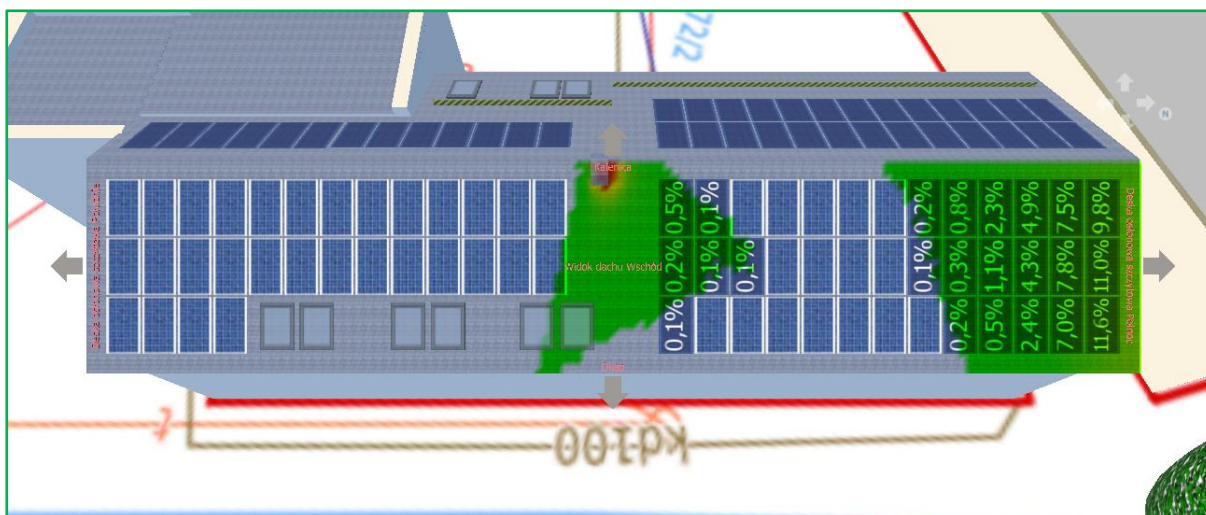
Rys. Konceptcja numeryczna rozmieszczenia modułów mikroinstalacji na **zachodniej** połaci dachowej Obiektu biurowego P.



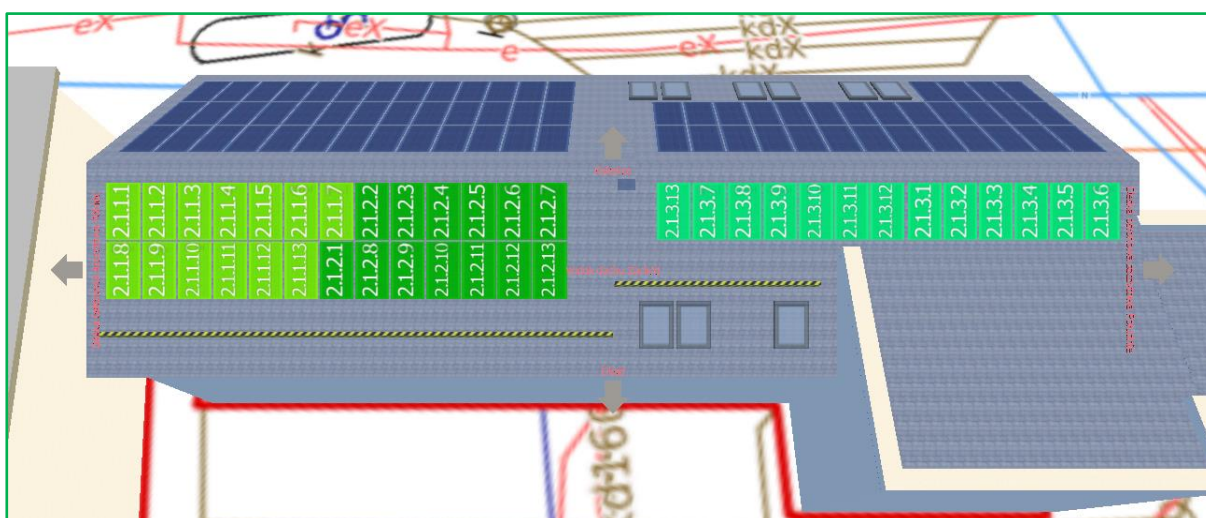
Rys. Konceptcja numeryczna rozmieszczenia modułów mikroinstalacji na **wschodniej** połaci dachowej Obiektu biurowego P.



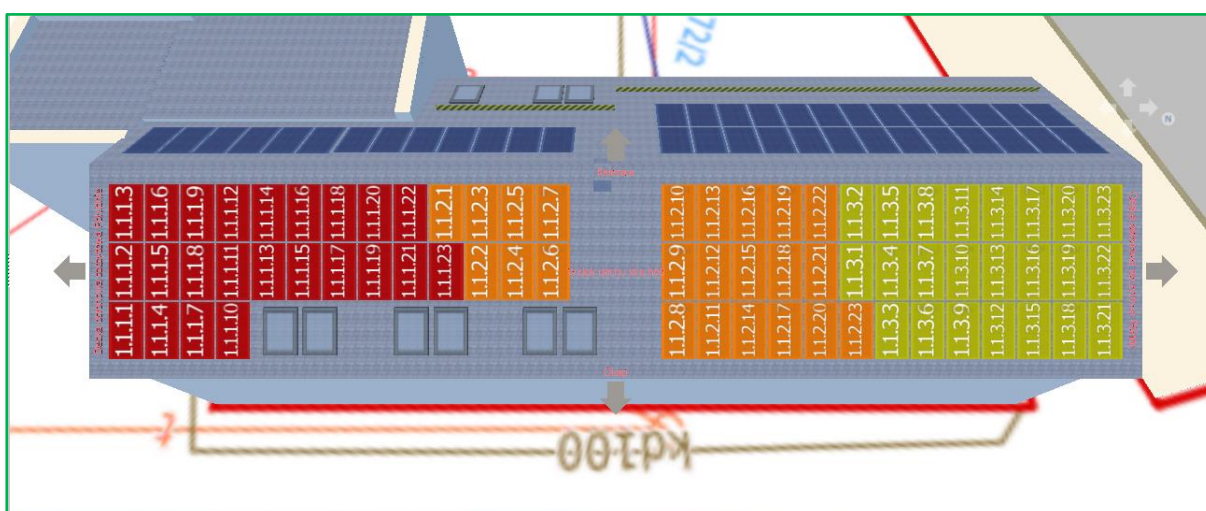
Rys. Symulacja numeryczna częstotliwości obciążenia modułów cieniem na **zachodniej** połaci Obiektu biurowego P.



Rys. Symulacja numeryczna częstotliwości obciążenia modułów cieniem na **wschodniej** połaci Obiektu biurowego P.



Rys. Symulacja numeryczna separacji szeregów łańcuchowych modułów na **zachodniej** połaci Obiektu biurowego P.



Rys. Symulacja numeryczna separacji szeregów łańcuchowych modułów na **wschodniej** połaci Obiektu biurowego P.

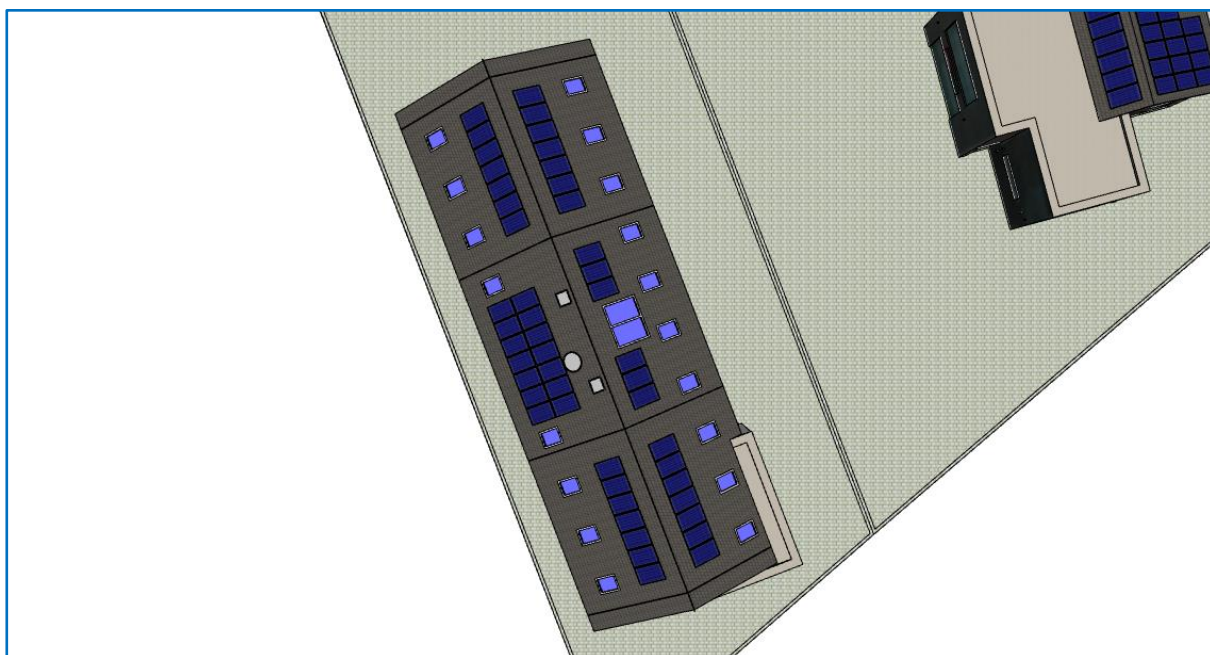
Mikroinstalacja fotowoltaiczna na 2 połaciach dachowych Obiektu biurowego P zbudowana jest koncepcyjnie z **9 rzędów** modułów po, odpowiednio: **8 x 13 szt.** i **1 x 4 szt.** modułów w układzie **pionowym**. Nie zaleca się demontażu płotków przeciwniegowych na połaci zachodniej Obiektu P w celu zwiększenia powierzchni zabudowy ze względu na dopasowanie mocy standardowej mikroinstalacji do aktualnej mocy umownej właściwego przyłącza.

2.4. Mikroinstalacja fotowoltaiczna na połaci dachowej Obiektu biurowo-magazynowego L □

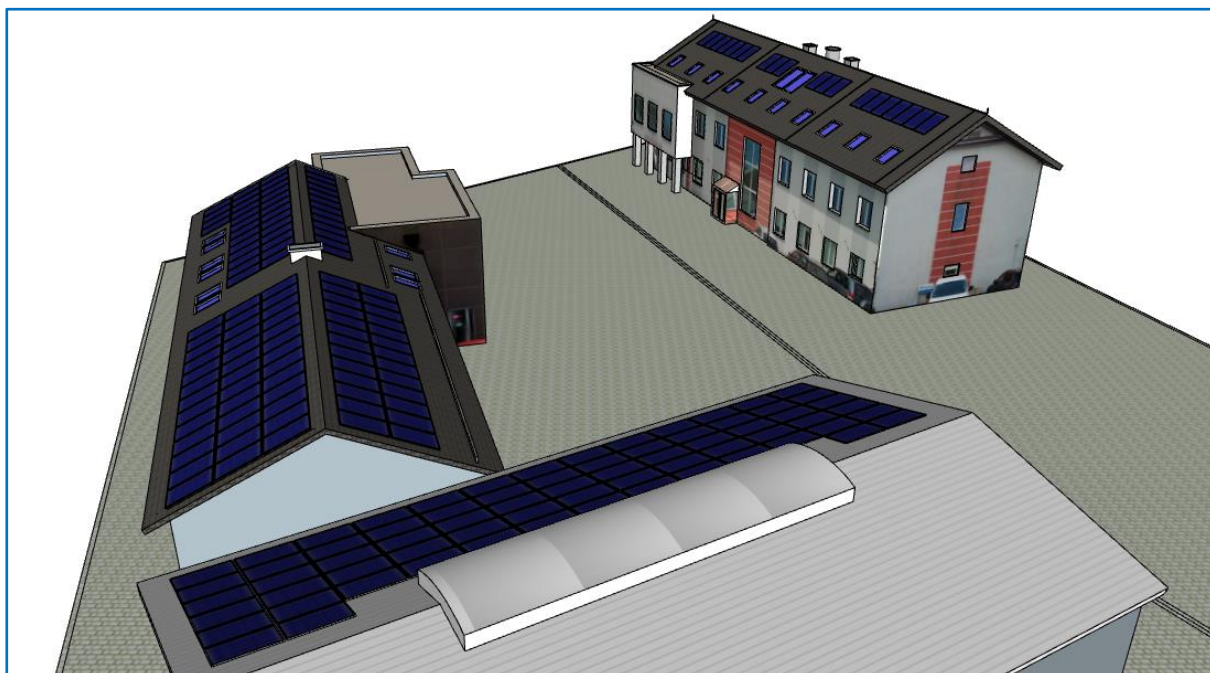
Na dostępnej powierzchni aktywnej połaci dachowej zorientowanej w kierunku **zachodnim** i **wschodnim** Obiektu magazynowo-biurowego L zaproponowano instalację fotowoltaiczną, zbudowaną z nie więcej niż, odpowiednio: **28 szt.** i **20 szt.** modułów fotowoltaicznych o standardowych wymiarach nie większych niż: **1,00 m x 1,75 m** w układzie **pionowym**. Całkowita powierzchnia aktywna zabudowanych modułów instalacji to nie więcej niż: **80,00 m²**.

Tab. Zestawienie parametrów elektrycznych mikroinstalacji fotowoltaicznej na 2 połaciach dachowych Obiektu biurowego L.

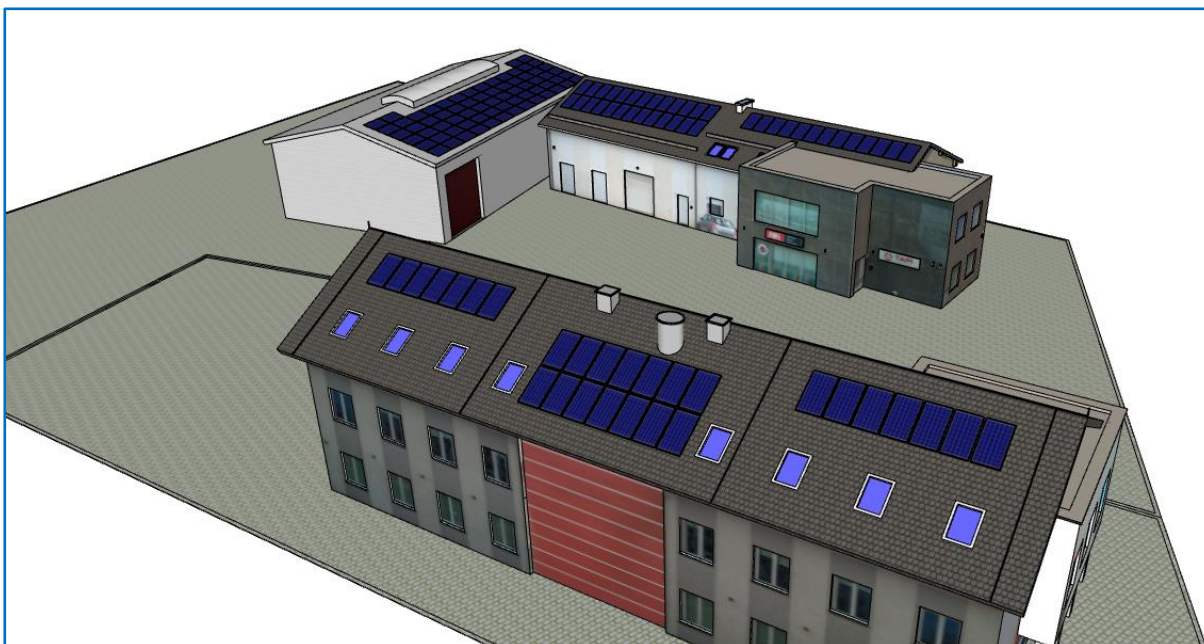
Moc STC instalacji	Uzysk energetyczny	Ilość energii wyprodukowanej	Współczynnik wydajności	Suma strat od źródeł cienia
14,40 - 15,84 kWp	816,00 kWh/kWp	12.900,00 kWh/rok	84,10%	3,70%/rok



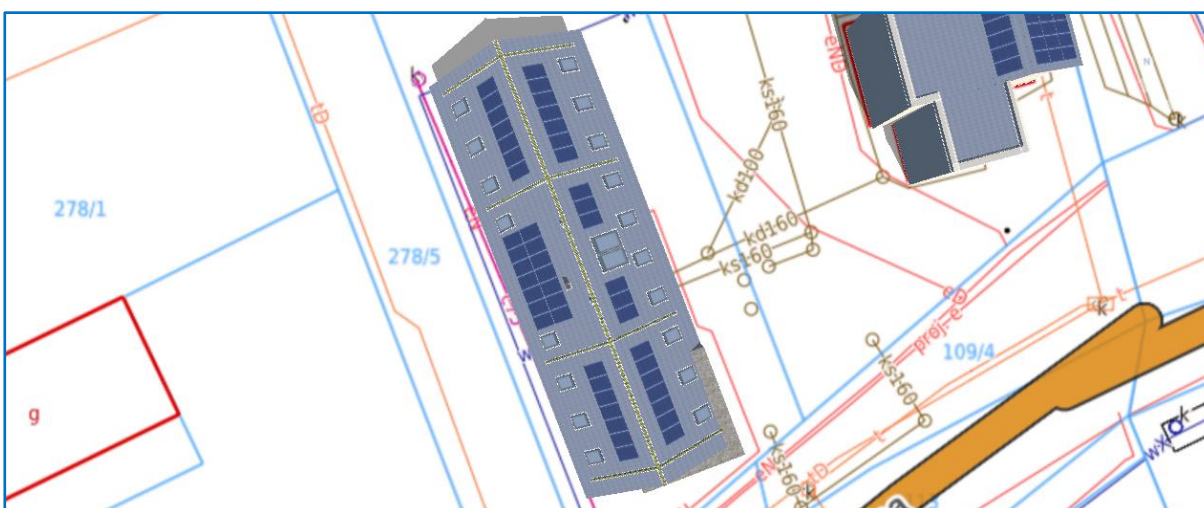
Rys. Koncepcja graficzna satelitarna mikroinstalacji fotowoltaicznej na 2 połaciach dachowych Obiektu biurowego L.



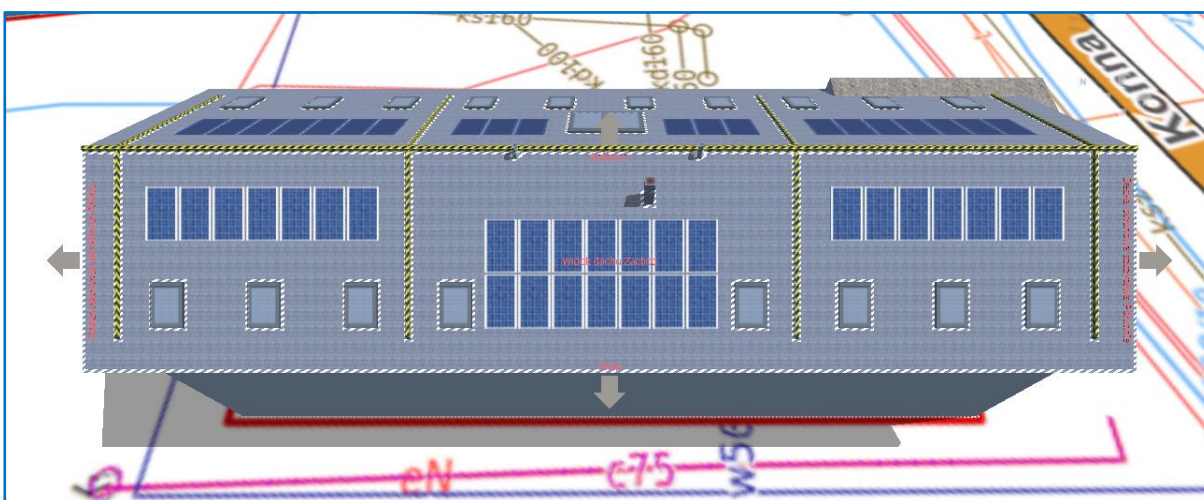
Rys. Koncepcja graficzna mikroinstalacji fotowoltaicznej na **wschodniej** połaci Obiektu biurowego L widziana z kierunku **N**.



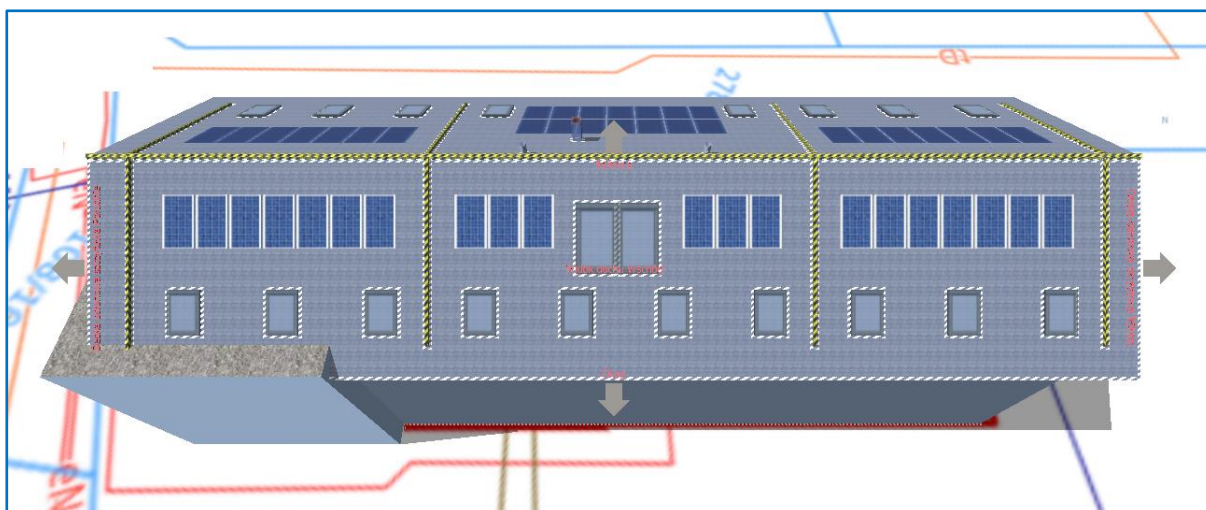
Rys. koncepcja graficzna mikroinstalacji fotowoltaicznej na zachodniej połaci Obiektu biurowego L widziana z kierunku W.



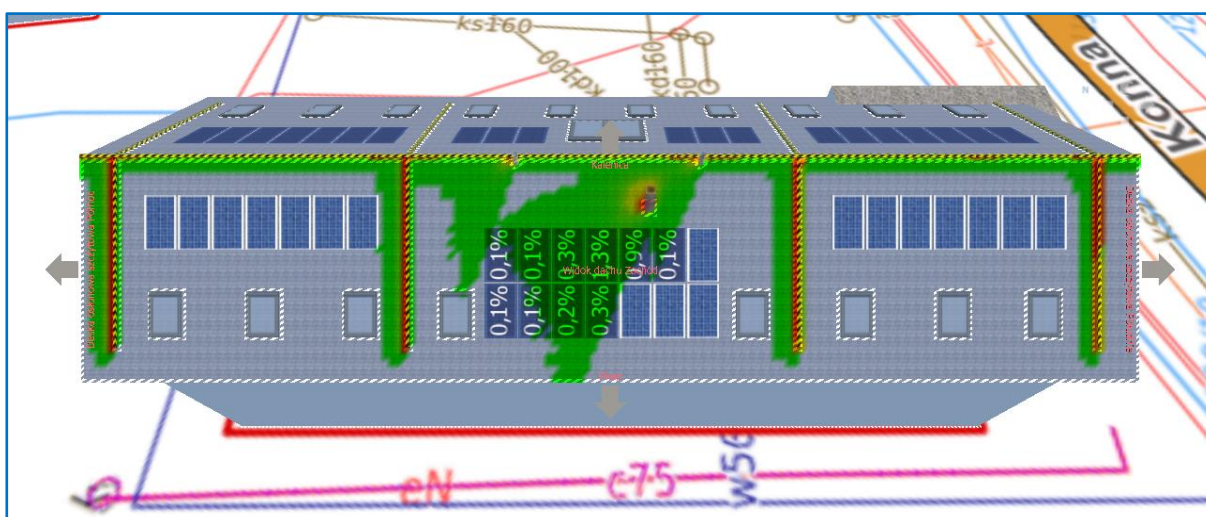
Rys. koncepcja numeryczna satelitarna mikroinstalacji fotowoltaicznej na 2 połaciach dachowych Obiektu biurowego L.



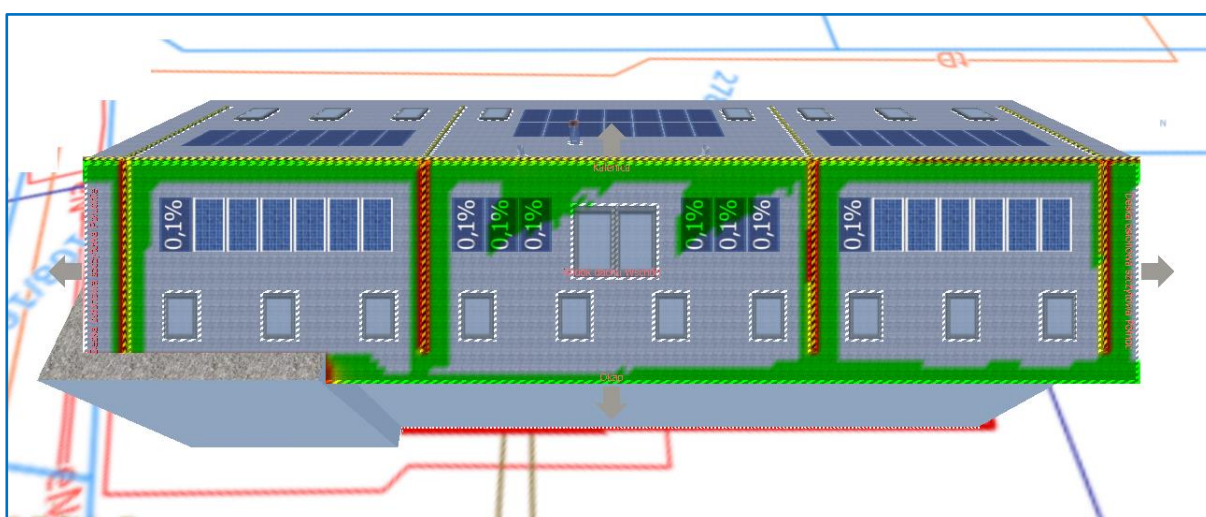
Rys. koncepcja numeryczna rozmieszczenia modułów mikroinstalacji na zachodniej połaci dachowej Obiektu biurowego L.



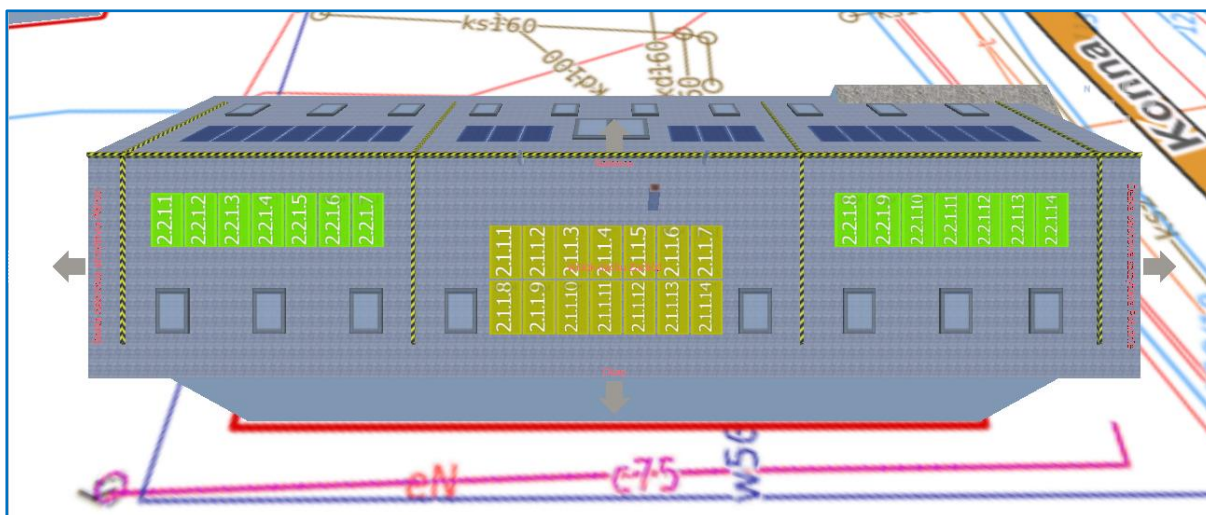
Rys. Koncepcja numeryczna rozmieszczenia modułów mikroinstalacji na **wschodniej** połaci dachowej Obiektu biurowego L.



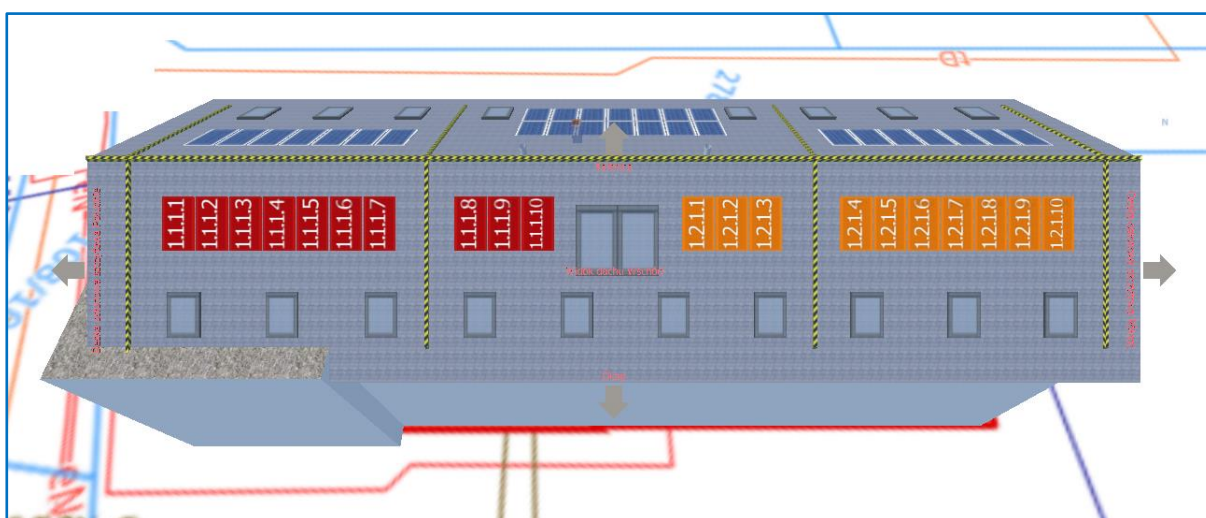
Rys. Symulacja numeryczna częstotliwości obciążenia modułów cieniem na **zachodniej** połaci Obiektu biurowego L.



Rys. Symulacja numeryczna częstotliwości obciążenia modułów cieniem na **wschodniej** połaci Obiektu biurowego L.



Rys. Symulacja numeryczna separacji szeregów łańcuchowych modułów na **zachodniej** połaci Obiektu biurowego L.



Rys. Symulacja numeryczna separacji szeregów łańcuchowych modułów na **wschodniej** połaci Obiektu biurowego L.

Obiekt magazynowo-biurowy L jest wyposażony w zwody poziome i pionowe **instalacji odgromowej**. Koncepcja rozmieszczenia modułów fotowoltaicznych na 2 połaciach dachowych Obiektu L uwzględnia **bezwzględna konieczność** zachowania odległości **separacyjnej** nie mniejszej niż: **1,00 m** pomiędzy aluminiowymi ramami wszystkich modułów fotowoltaicznych i stalowymi zwodami instalacji odgromowej.

Konieczność zachowania bezpiecznej odległości separacyjnej pomiędzy metalowymi elementami przewodzącymi prąd elektryczny wynika z **indukowania** w zwodach silnie przenikliwego pola elektromagnetycznego powstającego w wyniku przepływu prądu piorunowego o znacznych natężeniach rzędu kilkudziesięciu kA.

Ze względu na **konieczność** zachowania odległości separacyjnych **nie zaleca** się zwiększania koncepcyjnej ilości modułów fotowoltaicznych ponad wartość zaproponowaną w niniejszym opracowaniu. W celu **zwiększenia** mocy całkowitej mikroinstalacji fotowoltaicznej należy zwiększyć moc jednostkową modułów z **0,300 kWp** do **0,330 kWp**. W wyniku zwiększenia mocy jednostkowej modułów fotowoltaicznych całkowita moc instalacji ulegnie zwiększeniu z **14,40 kWp** do **15,84 kWp** przy ustalonej ilości modułów fotowoltaicznych.

Z uwagi na relatywnie znaczną wysokość Obiektu L prace montażowe w zakresie konstrukcji nośnej i w zakresie elektrycznym obwodów prądu stałego instalacji winny być przeprowadzane z **podnośnika** koszowego lub dedykowanego **rusztowania** ze względu na brak drożnej ścieżki wewnętrznego dostępu do połaci dachowej i znaczną wartość jej kąta nachylenia.

2.5. Skumulowany uzysk energetyczny systemu

Zaprojektowane koncepcyjnie fotowoltaiczne źródła wytwórcze na połaciach dachowych 3 obiektów budowlanych należą do grupy generatorów energii elektrycznej - wykorzystujących odnawialne nośniki energii pochodzenia słonecznego - charakteryzujących się **dostatecznie** dobrym stopniem **uzasadnienia** podjęcia realizacji inwestycji.

Otoczenie inwestycyjne posiada **dobre** warunki architektoniczne i meteorologiczne w zakresie napromieniowania w płaszczyźnie modułów ze względu na **brak** generatorów wysokiego cienia, **optymalną** konstrukcję płaszczyzny modułów skierowaną w kierunku geograficznym południowym - dotyczy Hali Stalowej oraz **alternatywną** konstrukcję płaszczyzny modułów W-E na połaciach dachowych obiektów biurowych, w szczególności ze względu na **optymalny** kąt inklinacji ich połączy funkcjonalnych przystosowanych do zabudowy modułami instalacji.

Zwiększenie wartości aktualnej mocy umownej przyłącza dla PPE o oznaczeniu: PL0037330080070819 z **32,50 kW** do nie mniej niż: **60,00 kW**, jest warunkiem **koniecznym** i **wystarczającym** do rozpoczęcia realizacji prac montażowych mikroinstalacji fotowoltaicznej na połączy dachowej budynku **Hali Stalowej**. Instalacja fotowoltaiczna o mocy elektrycznej standardowej: **32,40 kWp** zlokalizowana na 2 połaciach dachowych budynku Obiektu biurowego **P** wyczerpuje w **zupełności** zwrotnie moc umowną właściwego przyłącza. Przed złożeniem wniosku do OSD należy ustalić ponad wszelką wątpliwość, że wniosek dotyczy **właściwego** złącza.

Instalacja fotowoltaiczna o zagregowanej mocy standardowej: **71,00 kWp** wygeneruje w skali każdego pełnego roku kalendarzowego, tj., od stycznia do grudnia nie mniej niż **60.150,00 kWh** energii elektrycznej czynnej. Jeżeli ilość energii elektrycznej konsumowanej w 3 obiektach budowlanych nie ulegnie **znaczącej** zmianie względem konsumpcji dotychczasowej wówczas instalacja fotowoltaiczna zagwarantuje **samowystarczalność** zasilania energią elektryczną dla 3 nieruchomości na poziomie: **71,60%**.

Ze względu na **zupełne** wykorzystanie dostępnej na połaciach dachowych aktywnej powierzchni zabudowy nie ma możliwości zwiększenia ilości modułów fotowoltaicznych. Alternatywnym sposobem na zwiększenie mocy instalacji przy zdefiniowanej ilości modułów jest **zwiększenie** mocy jednostkowej każdego modułu. Należy jednak pamiętać, że moduły fotowoltaiczne o mocy większej niż **0,330 kWp** charakteryzują się większymi wymiarami niż moduły o mocy jednostkowej: **0,300 kWp**. W konsekwencji ilość modułów o większej mocy będzie mniejsza na ustalonej powierzchni zabudowy i nie skompensuje straty mocy wynikającej z konieczności zwiększenia ich ilości.

Tab. Zestawienie parametrów elektrycznych wszystkich mikroinstalacji fotowoltaicznych na 3 obiektach budowlanych.

Nazwa obiektu budowlanego	Moc sumaryczna STC instalacji	Ilość energii wyprodukowanej	Aktualne zużycie energii	Udział konsumpcji własnej energii
Hala Stalowa	22,77 kWp	21.450,00 kWh/rok	45.000,00 kWh/rok	105,00%
Obiekt biurowy P	32,40 kWp	25.800,00 kWh/rok		
Obiekt biurowy L	15,84 kWp	12.900,00 kWh/rok	39.000,00 kWh/rok	33,00%
SUMA	71,00 kWp	60.150,00 kWh/rok	84.000,00 kWh/rok	71,60%
RÓŻNICA DO POBRANIA Z SIECI EE		23.850,00 kWh/rok		

Eksploatacja mikroinstalacji fotowoltaicznych o sumarycznej mocy: **71,00 kWp** umożliwi **zredukowanie** ilości energii elektrycznej pochodzenia **sieciowego** do wartości nie większej niż **24.000,00 kWh** w skali pełnego roku. Oznacza to, że 3 niezależne mikroinstalacje fotowoltaiczne zagwarantują **samowystarczalność** energetyczną kompleksu 3 budynków na poziomie przekraczającym: **70,00%**. Z uwagi na udowodnioną **bezawaryjność**, **bezobsługowość** i **żywość** systemów fotowoltaicznych **wyłącznym** kosztem ponoszonym przez użytkownika w związku z eksploatacją systemów jest koszt **okresowych** przeglądów w ramach działań serwisowych. O ile nie jest to wymagane przez producentów komponentów wyposażenia należy przeprowadzać przeglądy serwisowe mikroinstalacji co 3 do 5 lat.

2.6. Obliczenie stopy zwrotu nakładów inwestycyjnych

Wymierne korzyści ekonomiczne płynące ze skutecznej eksploatacji każdej instalacji fotowoltaicznej zintegrowanej z publiczną siecią elektroenergetyczną wynikają z **ograniczenia** lub zupełnej **eliminacji** składowych zmiennych w treści faktur **obrotowych** i **dystrybucyjnych** za usługi sprzedaży i dystrybucji energii elektrycznej.

Eksploatując instalację fotowoltaiczną **ograniczeniu** lub zupełnej **eliminacji** ulegają koszty zmiennych składowych zależnych od ilości **kWh** pobranej z sieci energii elektrycznej czynnej, w tym energii elektrycznej czynnej. Na podstawie analizy faktury VAT za usługi dystrybucji energii elektrycznej nr **3117480000/FED/00037/2019** dla **2** przyłączy energetycznych przynależnych do **3** obiektów budowlanych, stworzono tabelę porównawczą.

Tabela zawiera wszystkie składowe zmienne za usługi **sprzedaży** i **dystrybucji** energii elektrycznej do miejsca jej zużycia w **3** przedmiotowych obiektach budowlanych. Ilość skonsumowanej energii elektrycznej czynnej dla **2** przyłączy wyniosła aproksymacyjnie w **2019 roku: 84.000,00 kWh**. Uwzględniając wszystkie koszty zmienne, uzależnione od ilości **kWh** energii elektrycznej pobranej z sieci energetycznej otrzymujemy koszt całkowity dotychczas konsumowanej energii elektrycznej sieciowej nie mniejszy niż: **69.300,00 PLN netto/rok**.

Instalacja fotowoltaiczna o mocy: **71,00 kWp**, zainstalowana na połaciach dachowych **3** omawianych obiektów budowlanych, wygeneruje w ciągu pełnego roku nie mniej niż: **60.150,00 kWh/rok**. Oznacza to zmniejszenie ilości pobieranej z sieci energii elektrycznej z aktualnej wartości: **84.000,00 kWh/rok** do **23.850,00 kWh/rok**.

Tab. Zestawienie aktualnych kosztów zakupu i dystrybucji energii elektrycznej na tle kosztów podczas eksploatacji instalacji.

Komponent kosztowy:	Zużycie energii w 2019 roku	Koszt jednostkowy netto	Koszt całkowity netto	Koszt netto dla poboru z sieci 23.850,00 kWh/rok
Zakup energii elektrycznej	84.000,00 kWh/rok	0,40000 PLN/kWh	33.600,00 PLN	9.540,00 PLN
Sieciowy zmienny szczytowy		0,31380 PLN/kWh	26.360,00 PLN	7.450,00 PLN
Sieciowy zmienny pozaszcz.		0,09660 PLN/kWh	8.115,00 PLN	2.304,00 PLN
Opłata jakościowa		0,01300 PLN/kWh	1.100,00 PLN	310,00 PLN
Opłata OZE		0,00000 PLN/kWh	0.000,00 PLN	0,00 PLN
Opłata kogeneracyjna		0,00158 PLN/kWh	133,00 PLN	38,00 PLN
SUMA			69.300,00 PLN	19.640,00 PLN
ROCZNA STOPA ZWROTU			49.660,00 PLN	

Tab. Zestawienie kosztów jednostkowych i całkowitych za pełne usługi dostawy i montażu mikroinstalacji fotowoltaicznych.

Nazwa obiektu budowlanego	Moc sumaryczna STC instalacji	Uśredniony koszt jednostkowy netto za dostawę i montaż	Koszt całkowity netto	Okres zwrotu nakładów
Hala Stalowa	22,77 kWp	4.300,00 PLN/kWp	97.900,00 PLN	-
Obiekt biurowy P	32,40 kWp	4.100,00 PLN/kWp	132.800,00 PLN	
Obiekt biurowy L	15,84 kWp	4.600,00 PLN/kWp	72.900,00 PLN	
SUMA			303.600,00 PLN	6 lat

Zgodnie z obowiązującymi w dn. 20.04.2020 roku przepisami branżowymi montaż mikroinstalacji fotowoltaicznej o mocy nieprzekraczającej **50,00 kWp** nie wymaga pozwolenia na budowę. Po zakończeniu prac montażowych mikroinstalacji należy **wyłącznie** złożyć u właściwego terytorialnie OSD wniosek Zgłoszenia mikroinstalacji do przyłączenia do sieci energetycznej. Z tego powodu nie zachodzi konieczność generowania Projektu budowlanego.

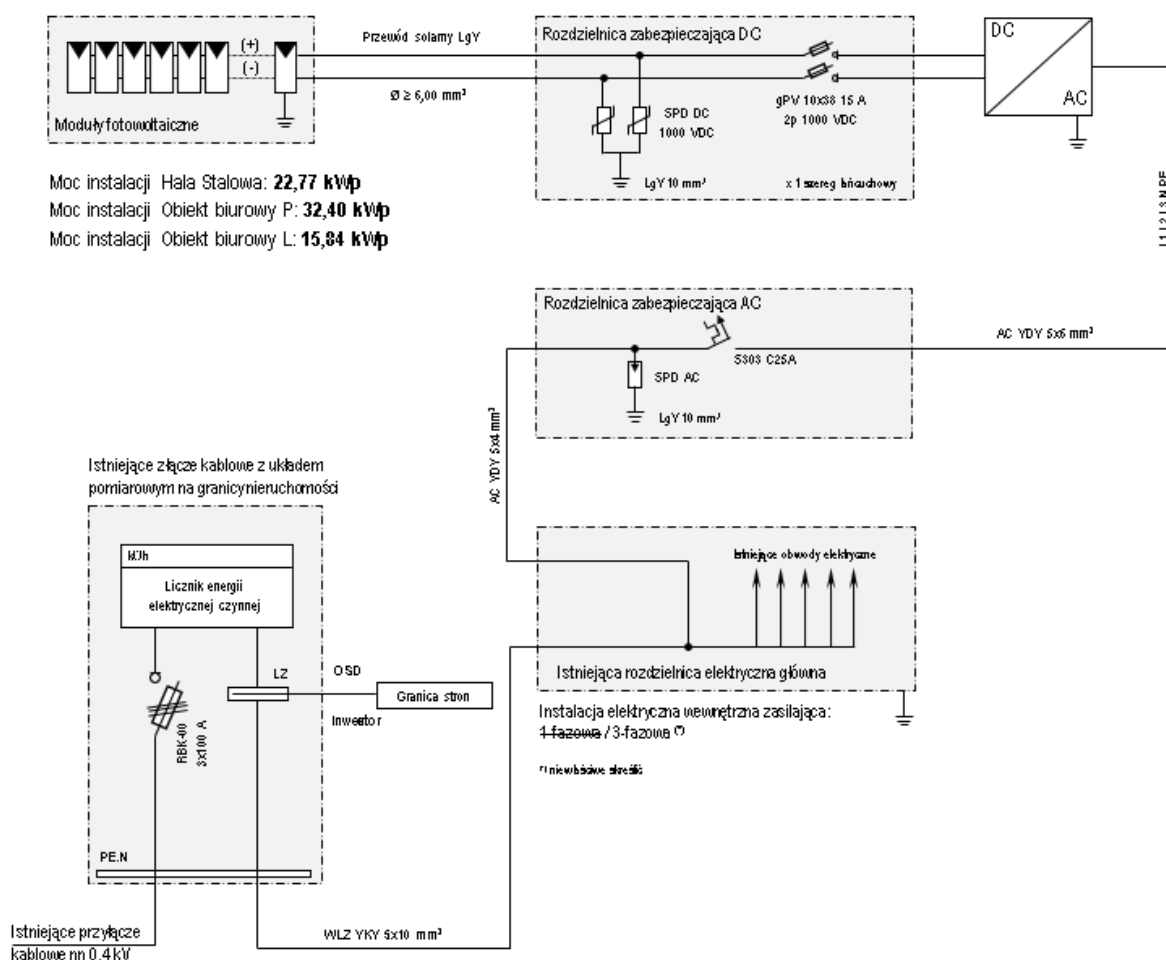
3. PODSUMOWANIE

W wyniku przeprowadzonej analizy **nie stwierdzono przeciwwskazań** merytorycznych do realizacji inwestycji polegającej na montażu **3** niezależnych mikroinstalacji fotowoltaicznych na terenie kompleksu **3** obiektów budowlanych zlokalizowanych w obrębie działek: **220403_2.0011.AR_1.272/1** i **220403_2.0011.AR_1.272/2**.

Stan techniczny obiektów budowlanych oraz wewnętrznej infrastruktury elektrycznej **umożliwia** rozpoczęcie realizacji prac montażowych branży fotowoltaicznej. W celu umożliwienia montażu modułów na połaci dachowej Hali Stalowej należy zawczasu wystąpić do OSD z wnioskiem o **zwiększenie** mocy umownej właściwego przyłącza.

Ze względu na **kruchosc** dachówek ceramicznych niezbędne jest posiadanie sztuk zapasowych na wypadek ich uszkodzenia podczas osadzania kotwic montażowych w postaci haków dachowych kotwionych do drewnianej podkonstrukcji dachowej, w szczególności do krokwi.

Trajektorie przewodów fotowoltaicznych zasilających prądu stałego DC zaprojektować i poprowadzić na sposób gwarantujący minimalną skalę **inwazyjności** montażowej i minimalną długość bezwzględną obwodów. Przepusty kablowe i trasy kablowe wykonać wzdłuż **istniejących** szachtów, kanałów wentylacyjnych lub innej zastanej infrastruktury liniowej. Bezwzględnie unikać prowadzenia tras kablowych i rur karbowanych osłonowych przez stropy. Przepust kablowy w każdym przypadku wykonać nad miejscem lokalizacji falownika sieciowego.



Rys. Schemat jednokreskowy elektryczny zasilania każdej z **3** mikroinstalacji fotowoltaicznych zintegrowanej z publiczną siecią elektroenergetyczną, stanowiący m.in. **Załącznik nr 1** do wniosku **ZM** Zgłoszenia przyłączenia mikroinstalacji do publicznej sieci OSD. Szczegółowy schemat elektryczny, niezbędny do skutecznej realizacji prac montażowych mikroinstalacji o mocy standardowej nieprzekraczającej: **50,00 kWp** jest integralną częścią **Projektu Wykonawczego** mikroinstalacji fotowoltaicznej.