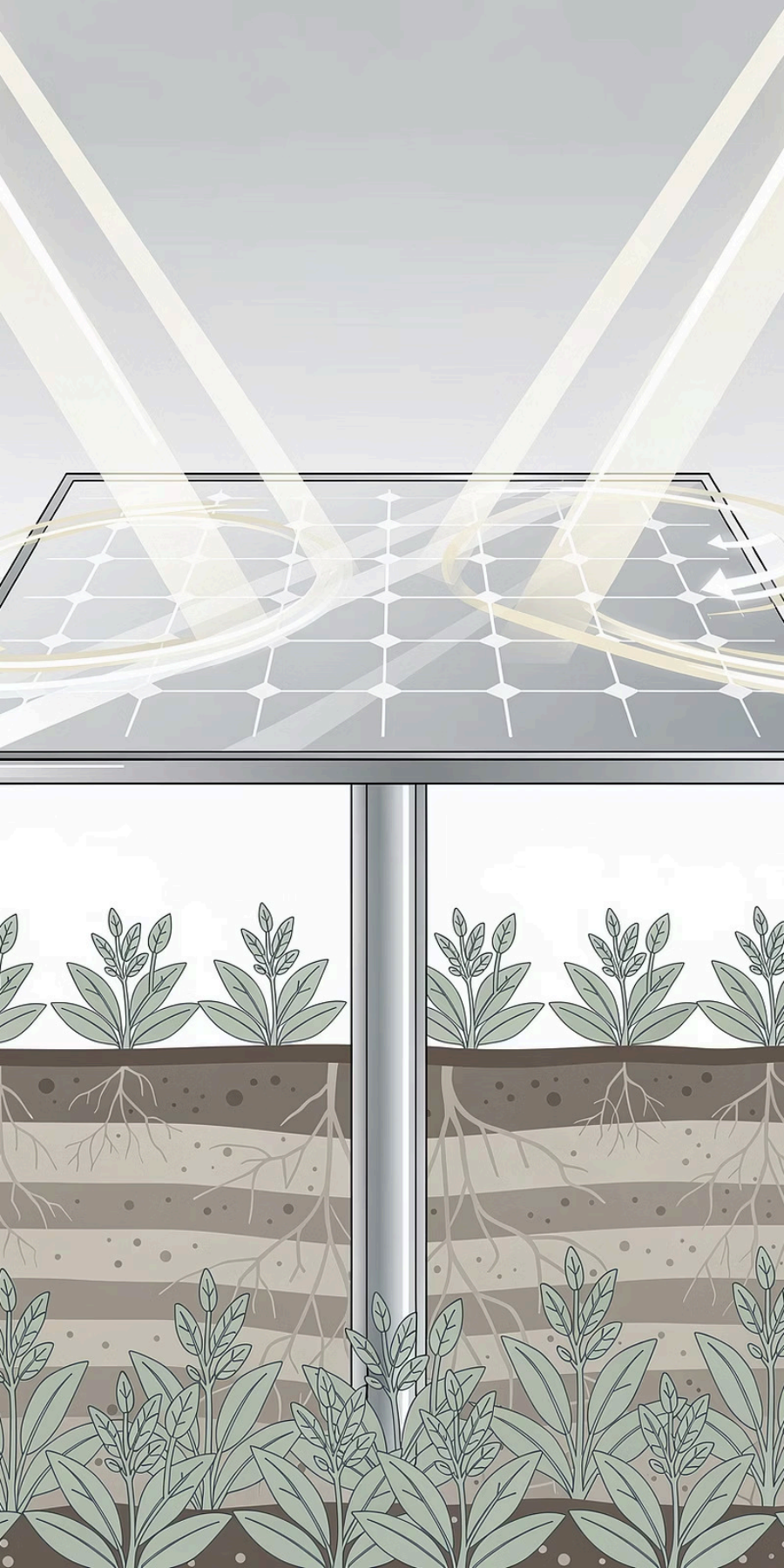


# BIFACIALMAX AgriPV

## Aktualny katalog produktowy

Jednorzędowe i specjalistyczne systemy AgriPV do produkcji energii, ochrony upraw i zarządzania mikroklimatem pola.

NIE BUDUJEMY CIENIA NAD POLEM. PROJEKTUJEMY ŚWIATŁO, WODĘ I ENERGIĘ DLA ROLNICTWA.



# Czym jest BifacialMAX AgriPV?

BifacialMAX AgriPV to system agrifotowoltaiczny, w którym energia i rolnictwo nie konkurują o teren — wzajemnie się uzupełniają. Konstrukcja umożliwia jednoczesną produkcję energii elektrycznej i utrzymanie aktywnej funkcji rolniczej gruntu.

## **Energia**

Frontalna produkcja + realny rear gain z tylnej strony modułu bifacjalnego

## **Rolnictwo**

Aktywne uprawy pod i między rzędami, bez utraty powierzchni produkcyjnej

## **Mikroklimat**

Kontrolowany gradient światła, temperatury i wilgotności gleby

## **Bezpieczeństwo**

Profile zamknięte, normy Eurocode, obliczeniowa trwałość konstrukcji: 50 lat

Filozofia projektowa

# Najpierw światło i biologia roślin. Potem geometria. Na końcu stal.

## Plant → PV

Projekt zaczyna się od rośliny: ile światła potrzebuje, jak reaguje na cień, temperaturę i niedobór wody. Dopiero wtedy dobiera się geometrię systemu PV.

## PV → Plant

Dla istniejących systemów PV kalkulator odpowiada: jakie rośliny pasują, jakie strefy powstaną na polu i jak zmieni się mikroklimat. Każda geometria tworzy inny ekosystem biologiczny.

---

Projekt AgriPV odpowiada na 5 pytań: ile światła potrzebuje roślina, ile cienia toleruje, jak reaguje na przegrzewanie, jaka geometria PV daje najlepszy kompromis, jak podzielić pole na strefy.

DZIAŁ 1 — PRODUKT GŁÓWNY

## BIFACIALMAX East–West 25°

Główny system AgriPV dla upraw, energii i bezpieczeństwa

BifacialMAX East–West 25° jest podstawowym systemem naszej oferty AgriPV. To jednorzędowy, stacjonarny układ bifacjalny na **profilach zamkniętych**, zaprojektowany tak, aby jednocześnie produkować energię, chronić uprawy, poprawiać mikroklimat pola i zapewniać wysokie bezpieczeństwo mechaniczne całego układu. Układ ten może zapewniać dodatkowy wkład energii z tylnej strony modułów na poziomie ok. 15–20%, przy odpowiedniej geometrii i albedo.



# Dlaczego East–West 25° jest produktem głównym?



## Wysoka produkcja energii

Równomierny profil dobowy, realna praca tylnej strony modułu bifacjalnego oraz dodatkowy wkład energii z tylnej strony modułu ok. 15–20% przy rekomendowanym układzie i odpowiednim albedo



## Najlepszy dla upraw

Warzywa, zioła, truskawki, jagodowe i uprawy mieszane — najszersze spektrum zastosowań rolniczych



## Najmniejsze wymagania gruntowe

Znacznie bardziej kompaktowa geometria niż pionowe czy trackery. Najwyższa efektywność wykorzystania działki



## Prostota i serwis

Układ stacjonarny bez ruchomych elementów — mniej mechaniki, mniej zależności od automatyki, mniejsze koszty eksploatacji



## Bezpieczeństwo modułów

Profile zamknięte ograniczają boczne przeciążenia i zjawisko trapezowania, które prowadzi do pęknięcia tylnej szyby modułów bifacjalnych



## Sezonowa osłona

Możliwość rozwijania folii ochronnej między rzędami — ochrona przed przymrozkami wiosną i jesienią

# Fizyka rear gain — dlaczego wąski stół wygrywa

## Wąski stół bifacjalny

W wąskich stołach jednego rzędu paneli światło odbite i rozproszone ma znacznie łatwiejszy dostęp do tylnej strony modułów. Środek układu nie jest nadmiernie zacieniony.

## Większa wysokość montażu

Wyższy montaż poprawia doświetlenie tylnej strony, a tym samym zwiększa rear gain oraz uzysk zależny od geometrii i albedo.

## Albedo jako parametr projektowy

Dlatego wysoki rear gain oraz wzrost uzysku zależne od geometrii i albedo nie są przypadkowe. Są efektem świadomie zaprojektowanej geometrii i warunków optycznych.

## Rear gain i wzrost uzysku zależne od geometrii oraz albedo trzeba świadomie zaprojektować

Nie pojawia się sam. Jest wynikiem prawidłowej kombinacji: wąski stół + odpowiednia wysokość + dobre albedo + jednorzędowa przejrzystość optyczna.

**0,25–0,30**

## Albedo referencyjne

Wartość projektowa albedo dla optymalnego rear gain.

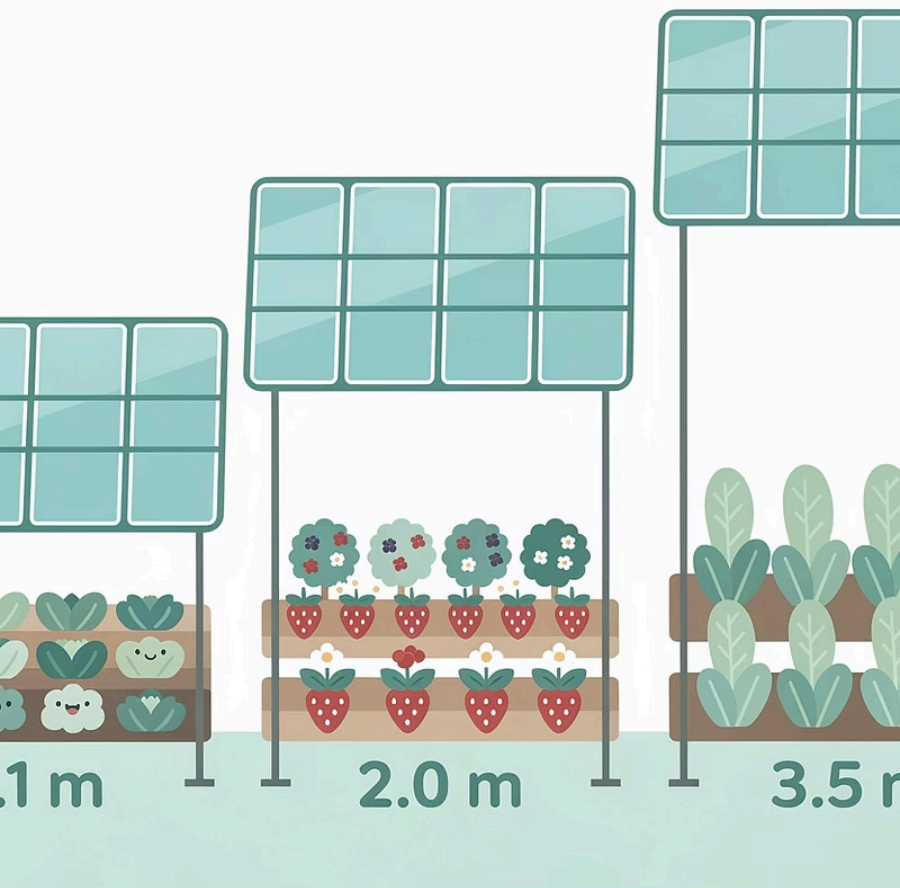
**ok. 15–20%**

## Dodatkowy wkład energii

Dodatkowy wkład energii z tylnej strony modułu.

*Wartości orientacyjne. Rzeczywisty uzysk zależy od lokalizacji, geometrii systemu, wysokości montażu, rozstawu rzędów, albedo i typu modułu.*

# Zakres wysokości — jeden system, wiele upraw



1

**1,10–1,20 m**

Warzywa liściowe, zioła, niskie uprawy. Silna osłona termiczna i ograniczenie parowania

2

**1,30–1,80 m**

Truskawki, uprawy mieszane, plantacje jagodowe. Balans światła i wilgotności

3

**1,80–2,10 m**

Wyższe krzewy, plantacje borówki, lepsza mechanizacja. Więcej przestrzeni i lepszy rear gain

4

**2,10–3,00 m**

Sady, uprawy specjalistyczne, wysokie maszyny. Prześwit, logistyka i pełna elastyczność

Wysokość dobieramy do rośliny i organizacji gospodarstwa — nie do estetyki konstrukcji. To ta sama rodzina systemu, skalowana do różnych typów rolnictwa.

# Klasyfikacja roślin — grupy A, B, C



## Grupa A — Cieniolubne i półcieniolubne

Strefa przy panelu. Korzystają z ograniczenia przegrzewania i mniejszego stresu wodnego.

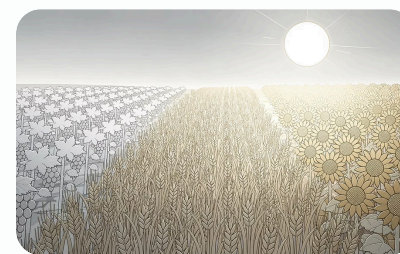
- Sałata, rukola, szpinak
- Bazylia, mięta, zioła liściowe
- Rośliny wrażliwe na upał



## Grupa B — Umiarkowane zacienienie

Strefa przejściowa. Korzystają z ochrony mikroklimatycznej i dobrego bilansu światła.

- Borówka, malina, porzeczka, jeżyna
- Truskawka, część krzewów owocowych
- Uprawy jagodowe i mieszane



## Grupa C — Światłożądne

Środek międzyrzędzia lub pas technologiczny. Wymagają pełniejszego dostępu do promieniowania.

- Winorośl, zboża, kukurydza
- Słonecznik, część warzyw polowych
- Rośliny silnie światłożądne

# Tabela projektowa: Roślina → Wysokość → Rozstaw → System

Typ uprawy	System	Wysokość	Rozstaw rzędów	Dominujący efekt
Warzywa liściowe i zioła	EW 25°	1,10–1,20 m	3,0–4,5 m	ośłona termiczna, ograniczenie parowania, mniejszy stres wodny
Truskawka i uprawy mieszane	EW 25°	1,30–1,50 m	4,0–6,0 m	balans światła i wilgotności, lekka mechanizacja
Plantacje jagodowe	EW 25°	1,50–2,10 m	5,0–8,0 m	Mikroklimat, wygoda uprawy, rear gain, ochrona termiczna owoców
Winorośl i uprawy specjalistyczne	EW 25° wyższy lub Vertical	2,10–3,00 m	7,0–10,0 m	Większy prześwit, pełniejsze światło, lepsza mechanizacja
Zboża i szerokie pola	Vertical lub Tracker 2P	wysokie warianty specjalistyczne	9–12 m	szerokie pasy robocze, duża mechanizacja, podwójne wykorzystanie gruntu
Klimat gorący i suchy	EW 25° w wariacie podwyższonym	wyższe warianty konstrukcji	większe rozstawy rzędów	priorytet: ograniczenie przegrzewania i strat wody

# Bezpieczeństwo i trwałość — EW 25°

## Profile zamknięte

Większa sztywność na zginanie i skręcanie. Eliminacja bocznych przeciążeń, które w klasycznych układach wielorzędowych prowadzą do **trapezowania i pękania tylnej szyby modułów bifacjalnych**.

## Normy europejskie

PN-EN 1991 (Eurokod 1), PN-EN 1993 (Eurokod 3) oraz odpowiednie części serii EN 1090. Strefy wiatrowe 1-4 i śniegowe wg norm.

## Dlaczego to ma znaczenie dla modułu bifacjalnego

W systemach bifacjalnych tylna szyba modułu jest szczególnie wrażliwa na nierównomierne naprężenia wynikające z odkształceń konstrukcji. Jednorzędowy układ BifacialMAX na sztywnych profilach zamkniętych radykalnie ogranicza to ryzyko — co bezpośrednio wpływa na wieloletnią żywotność modułów i rzeczywisty koszt eksploatacji instalacji.

# 50+

## 50+ lat trwałości

projektowa żywotność powłoki i konstrukcji

# 1-4

## Strefy wiatrowe

projektowanie zgodne z odpowiednimi normami europejskimi

# Podsumowanie — EW 25° jako główny filar oferty

## Najmniejsze wymagania przestrzenne spośród systemów w tej ofercie

Kompaktowa geometria, znacznie mniejszy wymagany taras niż pionowy (9 m) i trackery (6–12 m)

## Najlepszy dla warzyw i jagodowych

Najkorzystniejsza funkcja mikroklimatyczna dla grup A i B w ramach tej oferty — warzywa, zioła, borówka, malina, porzeczka, truskawki

## Wysoki rear gain oraz wzrost uzysku wynikające z geometrii i albedo

dotatkowy wkład energii z tylnej strony modułu do ok. 20% przy rekomendowanym układzie i odpowiednim albedo

## Sezonowa folia ochronna

Możliwość przekształcenia w duży moduł szklarniowy — ochrona przed przymrozkami

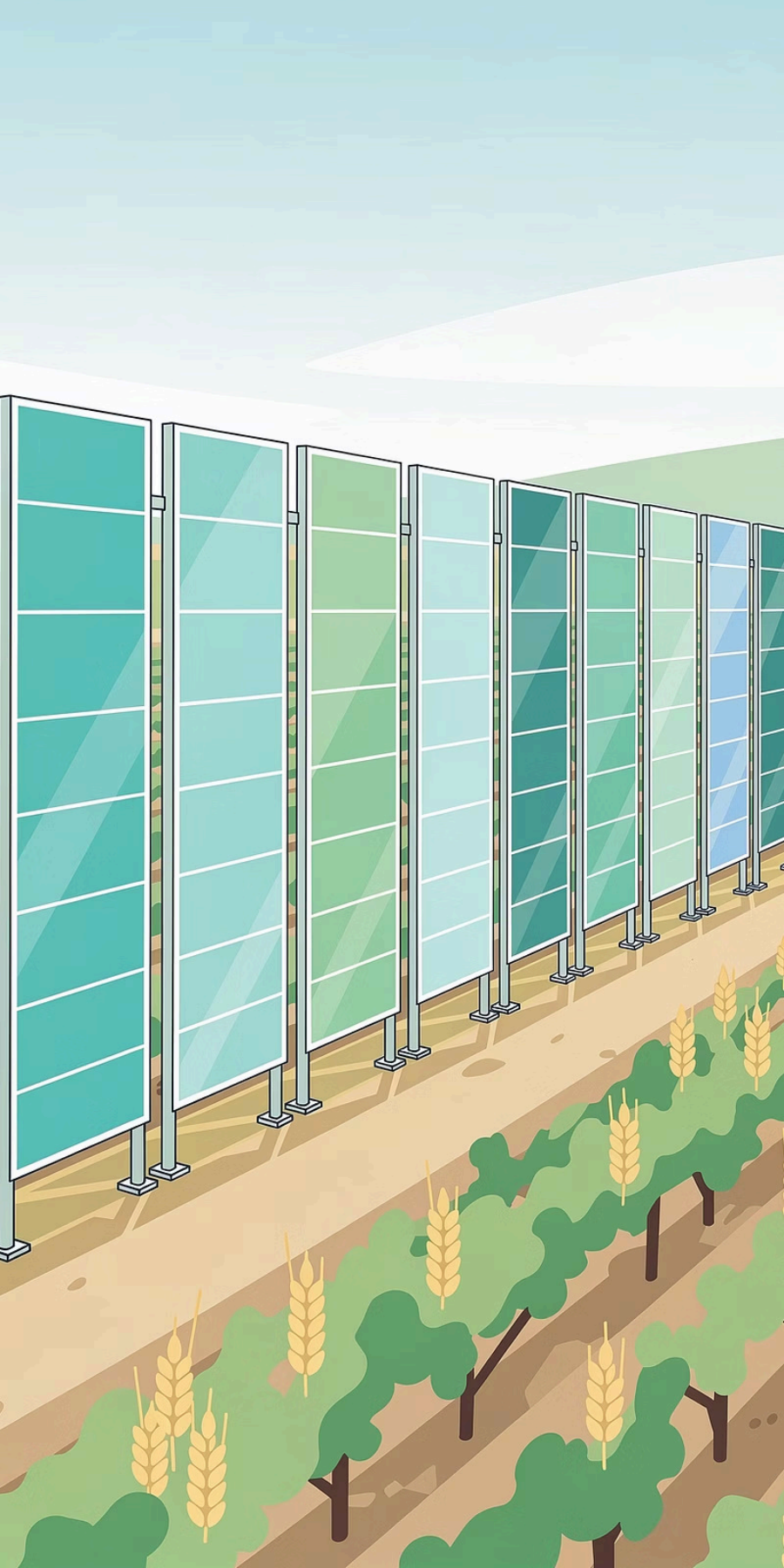
## Prosty serwis

Brak ruchomych elementów, brak zależności od automatyki, minimalne koszty eksploatacji

## Wysokie bezpieczeństwo modułów

Profile zamknięte eliminują trapezowanie i ryzyko pęknięcia tylnej szyby modułów bifacjalnych

Główny system BIFACIALMAX AgriPV — najbardziej uniwersalny, o najmniejszych wymaganiach przestrzennych, najlepszy dla intensywnego rolnictwa.



DZIAŁ 2 — PRODUKT DRUGI

## BIFACIALMAX Vertical

**Pionowe systemy AgriPV dla szerokich przejazdów, zbóż i specjalnych zastosowań**

BifacialMAX Vertical to druga główna rodzina systemów w katalogu AgriPV. Nie jest to produkt podstawowy — najbardziej uniwersalny pozostaje East–West 25° — ale system pionowy ma bardzo ważne zastosowania tam, gdzie potrzebna jest **duża otwartość terenu**, funkcja ogrodzeniowa, szerokie przejazdy lub pasowe prowadzenie upraw.

# Kiedy pion jest najlepszym wyborem?

## Najlepsze zastosowania systemu pionowego

### → Szerokie przejazdy technologiczne

Duże maszyny, szerokie pasy uprawowe, czytelny układ pola. Minimum ok. 9 m pasa uprawowego dla maszyn rolniczych.

### → Zboża i uprawy pasowe

Winorośl, zboża, kukurydza — rośliny grupy C, wymagające dużego udziału światła bezpośredniego

### → Ogrodzenia energetyczne

Perimetralna integracja z granicami pola, funkcja podziału stref, projekty krajobrazowe

### → Projekty demonstracyjne

Instalacje pokazowe, referencyjne i specjalistyczne wymagające smukłej, widocznej geometrii

## Pion vs EW 25° — kluczowa różnica

System pionowy i system East–West 25° nie konkurują bezpośrednio. Każdy pracuje najlepiej w innym układzie pola:

- **EW 25°** — zwarta geometria, warzywa, jagodowe, mikroklimat
- **Vertical** — szerokie pasy, przejazd, ogrodzenie, zboża

---

Vertical nie zastępuje East–West 25°. Uzupełnia ofertę tam, gdzie pole wymaga innej geometrii.

# Zalety konstrukcyjne systemu pionowego

## Profile zamknięte

Ta sama filozofia materiałowa co EW 25° — wysoka sztywność, odporność na korozję, zgodność z Eurocode 1, 3 i EN 1090

## Smuklejsza geometria nośna

Węższe profile ograniczają własne zacinienie konstrukcji i poprawiają warunki optyczne pracy modułów w porównaniu z masywniejszymi rozwiązaniami rynkowymi

## Trwałość w warunkach rolniczych

Powłoka ochronna o wysokiej odporności na ścieranie, korozję, pył, nawozy i cykle temperaturowe. Projektowana na wieloletnią eksploatację

## Strefy wiatrowe 1–4

Projektowanie zgodne z odpowiednimi normami europejskimi dla obciążeń wiatrem i śniegiem. System projektowany dla rzeczywistych warunków polowych

W pionowych systemach BifacialMAX stal i geometria mają być równie dopracowane jak funkcja energetyczna.

# Warianty pionowe BifacialMAX

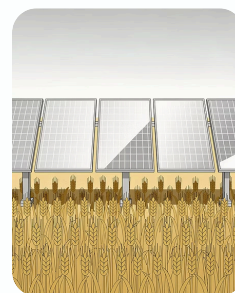


## 1x1 Vertical 90°

Kąt 90°, wysokość modułu ok. 250 cm, masa ok. 30 kg. Wariant lekki, modułowy i elastyczny.

Przeznaczony do:

- Energetycznych ogrodzeń pola
- Obwodowych układów perymetrycznych
- Projektów pilotażowych i demonstracyjnych
- Linii podziałowych między uprawami



## 1x5 Vertical AgriPV

Start modułów ok. 210 cm, masa ok. 139 kg dla 5 modułów. System dla szerokich tarasów technologicznych. Przeznaczony do:

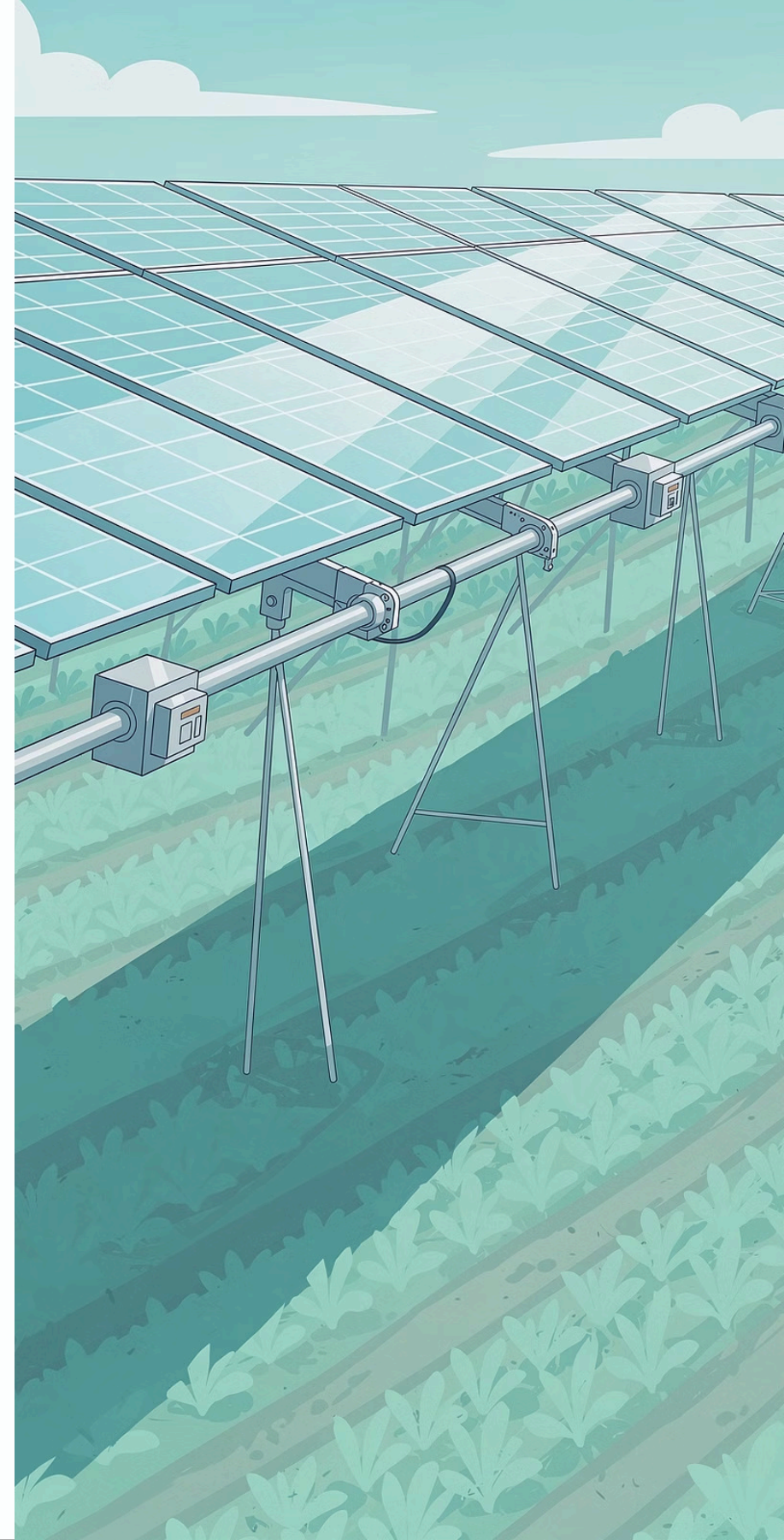
- Zbóż i upraw pasowych
- Szerokich przejazdów i dużej mechanizacji
- Winorośli i upraw specjalistycznych
- Projektów z min. 9 m tarasem uprawowym

DZIAŁ 3 — SYSTEMY SPECJALISTYCZNE

## BIFACIALMAX Trackers 1P i 2P

Systemy specjalistyczne dla wymagających projektów AgriPV

Trackery BifacialMAX są przeznaczone do projektów, w których potrzebna jest wyższa produkcja energii oraz bardziej zaawansowana geometria pracy modułów. Nie są one podstawowym systemem katalogu — tę rolę pełni East-West 25° — ale stanowią ważną grupę rozwiązań dla **inwestycji specjalistycznych**, gdzie liczy się połączenie aktywnej funkcji rolniczej z większą produktywnością energetyczną.



# Filozofia projektowa trackerów BifacialMAX

## Bezpieczeństwo i odpowiedzialna inżynieria

BifacialMAX projektuje trackery jako konstrukcje o **wysokiej rezerwie bezpieczeństwa mechanicznego**, bez uzależniania bezpieczeństwa całego układu wyłącznie od idealnej pracy automatyki.

Oznacza to podejście konserwatywne: konstrukcja zachowuje wysoką stabilność mechaniczną **także w scenariuszach awaryjnych** i w trudnych warunkach pogodowych — gdy elektronika nie zdąży ustawić układu w pozycji bezpiecznej.

## Co to oznacza w praktyce

- Duża rezerwa bezpieczeństwa mechanicznego ponad wymagania normowe
- Ochrona modułów przy ekstremalnych obciążeniach wiatrem
- Nie zakłada się, że elektronika zawsze zadziała idealnie.
- Zgodność z Eurocode 1, Eurocode 3 i EN 1090

---

To właśnie odróżnia trackery BifacialMAX od tańszych rozwiązań rynkowych, które bezpieczeństwo opierają wyłącznie na szybkości reakcji automatyki.

# Tracker 1P — kompaktowy system dla projektów mieszanych



Tracker 1P to bardziej kompaktowy wariant systemu trackingowego. W katalogu referencyjnym BifacialMAX pokazano go jako system z kątem pracy ok. **60°**, wysokością modułów ok. **230 cm** i zaleconym **pasem uprawowym ok. 6 m** dla maszyn rolniczych.

## Wariant standardowy i wyższy

Standardowy Tracker 1P pracuje z umiarkowanym prześwitem roboczym. Może być jednak projektowany także w wariantach wyższych — z prześwitem roboczym do ok. 200 cm — jeśli wymagają tego uprawa, logistyka lub mechanizacja.

## Najlepsze zastosowania 1P

- Projekty bardziej energetyczne niż intensywnie rolnicze
- Uprawy o umiarkowanych wymaganiach prześwitu
- Projekty mieszane — energia + zachowana funkcja rolnicza
- Tam, gdzie potrzebny jest tracker, ale bez bardzo dużego prześwitu konstrukcji

**ok. 20–30%**

**Więcej energii**

vs systemy stacjonarne

**6 m**

**Pas uprawowy**

referencyjny dla maszyn

# Tracker 2P — system dla szerokiego dual-land-use



Tracker 2P to bardziej przestrzenny wariant trackingowy, projektowany dla dużych gospodarstw i szerokich pasów roboczych. Start modułów ok. **210 cm**, kąt pracy ok. **60°**, masa ok. **1200 kg dla 24 modułów**. Zalecony pas uprawowy: ok. **12 m** dla maszyn rolniczych.

## Gdzie 2P ma silną logikę

Tracker 2P jest przeznaczony do projektów, w których rolnictwo pod konstrukcją ma być realne, szerokie i zmechanizowane:

- Zboża i szerokie uprawy polowe
- Referencyjne wdrożenia AgriPV — duże projekty dual-land-use
- Wielkie pasy technologiczne z dużą mechanizacją
- Wybrane sady i uprawy specjalistyczne z potrzebą dużego prześwitu

- ☐ 2P stanowi naturalny punkt wejścia na rynki wymagające rzeczywistego podwójnego wykorzystania gruntu — tam, gdzie samo sąsiedztwo rolnictwa z PV nie wystarczy.

# 1P czy 2P — jak dobrać właściwy tracker

Kryterium	Tracker 1P	Tracker 2P
Charakter systemu	Bardziej kompaktowy	Bardziej przestrzenny
Kąt pracy	Ok. 60°	Ok. 60°
Wysokość modułów	Ok. 230 cm (wersja standardowa)	Start ok. 210 cm
Masa konstrukcji	Ok. 600 kg / 12 modułów	Ok. 1200 kg / 24 moduły
Zalecany taras uprawowy	<b>Ok. 6 m</b>	<b>Ok. 12 m</b>
Najlepsze zastosowania	Projekty mieszane, umiarkowany prześwit, część upraw pasowych	Zboża, szerokie pola, duża mechanizacja, referencyjne wdrożenia AgriPV
Funkcja rolnicza	Dobra	Bardzo dobra przy szerokich pasach
Rola w katalogu	System specjalistyczny	System specjalistyczny dla szerokich projektów z podwójnym wykorzystaniem gruntu

1P i 2P nie są lepsze ani gorsze same w sobie — to dwa różne narzędzia projektowe. **Najpierw geometria pola i funkcja rolnicza. Potem wybór: 1P czy 2P.**

# Bezpieczeństwo i niezawodność — filozofia BifacialMAX

BifacialMAX projektuje wszystkie systemy AgriPV — East–West 25°, Vertical i Trackery — w tej samej filozofii odpowiedzialnej inżynierii: bezpieczeństwo nie jest dodatkiem marketingowym. Jest warunkiem sensownej ekonomii systemu.

1

## Profile zamknięte

Większa sztywność na zginanie i skręcanie, mniejsze ryzyko trapezowania i przeciążeń bocznych

2

## Powłoka ochronna

Długotrwała odporność na korozję, ścieranie, pył, nawozy i zmienne warunki klimatyczne

3

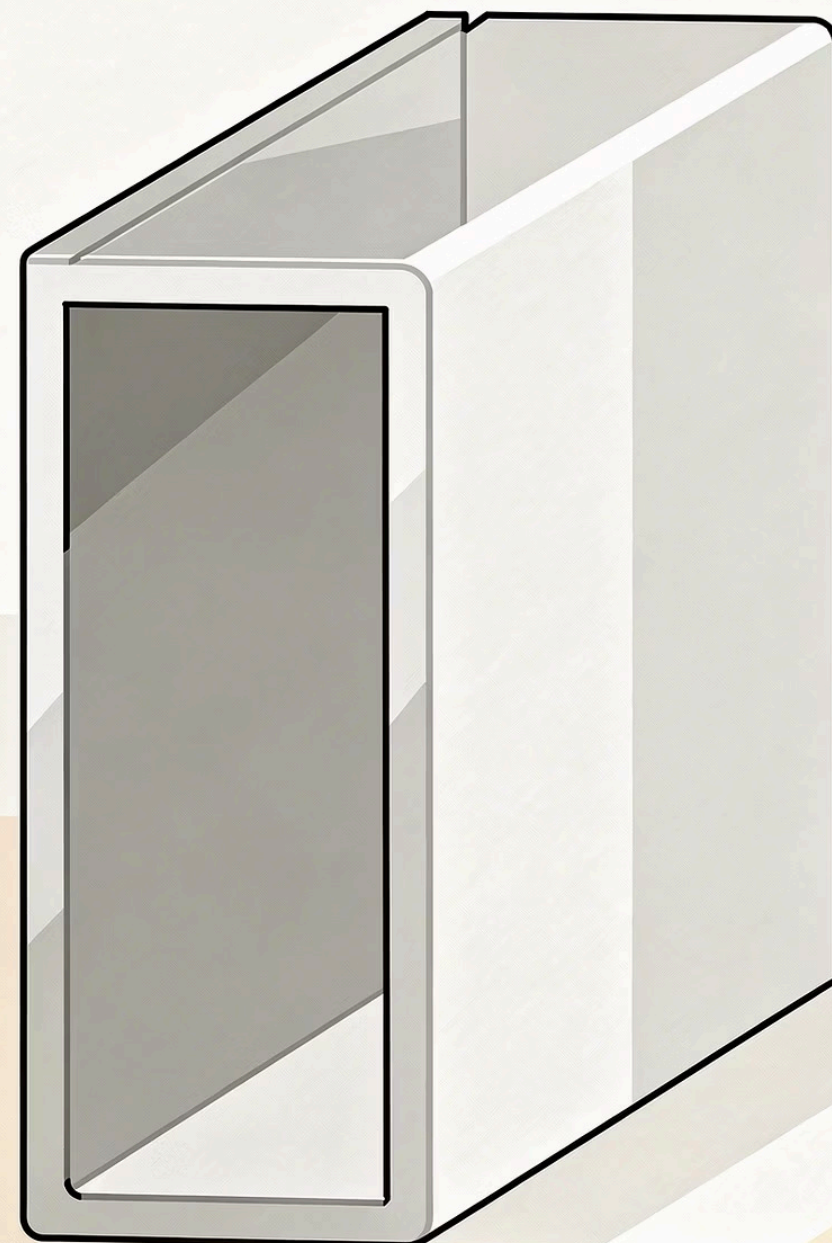
## Eurocode 1, 3

Projektowanie obciążeń wiatrem, śniegiem i ciężarem własnym zgodnie z normami PN-EN 1991 i PN-EN 1993

4

## EN 1090

Wykonanie elementów konstrukcyjnych zgodnie z odpowiednimi częściami serii EN 1090, zależnie od materiału i zakresu projektu.



# Ochrona modułów bifacjalnych — kluczowy element projektu

## Problem w klasycznych układach

W wielorzędowych systemach o szerokich stołach boczne przeciążenia konstrukcji i zjawisko trapezowania prowadzą do **nierównomiernych naprężeń tylnej szyby** modułów bifacjalnych. Wynikiem jest pęknięcie szkła — często długo niezauważalne, ale stale obniżające uzysk i trwałość modułu.

## Rozwiązanie BifacialMAX

Jednorzędowy układ East–West 25° na sztywnych profilach zamkniętych **radycznie ogranicza to ryzyko** przez:

- Większą sztywność elementów nośnych
- Ograniczenie sił bocznych w układzie
- Brak zjawiska trapezowania charakterystycznego dla szerokich wielorzędowych stołów
- Trwałe mocowanie modułu w stabilnej, jednorzędowej geometrii

---

Trackery BifacialMAX stosują masywne uchwyty typu omega o grubości 2,5 mm, zapewniające równomierne podparcie wzdłuż boku panelu i chroniące szybę przed naprężeniami punktowymi.

# 4 SYSTEMY BIFACIALMAX — 4 ROLE W OFERCIE

Każdy system BIFACIALMAX ma inną logikę pola i inną rolę w ofercie. Wybór zaczyna się od rośliny i geometrii pola.

## East–West 25°

SYSTEM GŁÓWNY

Warzywa, zioła, jagodowe, truskawki. Najlepszy kompromis: energia + rolnictwo + prostota + mikroklimat. Najmniejszy wymagany taras.

## Vertical

DRUGI FILAR

Zboża, winorośl, uprawy pasowe. Szerokie przejazdy, układy pasowe, ogrodzenia energetyczne.

## Tracker 1P

SYSTEM SPECJALISTYCZNY

Projekty mieszane, część upraw polowych. Bardziej kompaktowy tracker dla projektów z potrzebą trackingu.

## Tracker 2P

SYSTEM SPECJALISTYCZNY

Zboża, szerokie uprawy polowe, duża mechanizacja. Tracker dla szerokiego dual-land-use i większej mechanizacji.

Najpierw roślina i biologia pola. Potem dobór systemu.

# Ile gruntu potrzebuje każdy system?

## SYSTEM GŁÓWNY

### East–West 25°



Taras: zależny od uprawy  
typowo 3,0–4,5 m  
ok. 0,61–0,91 MWp/ha

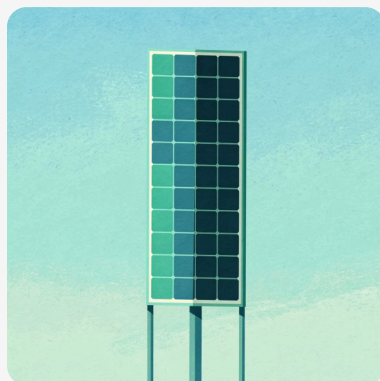
Wariant bardzo kompaktowy:  
ok. 2,52 m  
do ok. 1,08 MWp/ha

Warzywa · Jagodowe · Truskawki

**Najlepsze wykorzystanie gruntu**

## SYSTEM PIONOWY

### Vertical

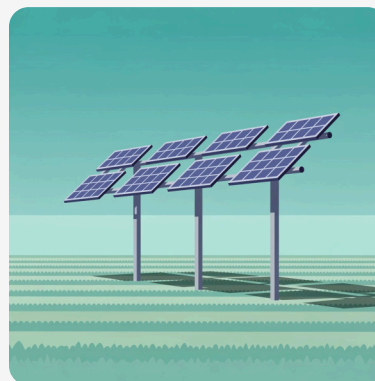


Taras: ok. 9 m  
ok. 0,30 MWp/ha  
szerokie przejazdy

Zboża · Winorośl

## SYSTEM SPECJALISTYCZNY

### Tracker 1P



Taras: ok. 6 m  
ok. 0,45 MWp/ha

kompaktowy tracker

Zboża

## SYSTEM SPECJALISTYCZNY

### Tracker 2P



Taras: ok. 12 m  
ok. 0,45 MWp/ha

szeroka mechanizacja

Zboża · Kukurydza

Najważniejszą przewagą East–West 25° polega na tym, że system ten pozwala realizować AgriPV na **znacznie bardziej zwartej geometrii pola**. Dzięki temu nadaje się najlepiej do warzyw, ziół, truskawek, jagodowych i wielu upraw mieszanych, gdzie liczy się zarówno mikroklimat, jak i intensywność wykorzystania działki.

- East–West 25° — typowo 3,0–4,5 m — ok. 0,61–0,91 MWp/ha
- East–West 25° — wariant bardzo kompaktowy 2,52 m — do ok. 1,08 MWp/ha
- Tracker 1P — ok. 6 m — ok. 0,45 MWp/ha
- Vertical — ok. 9 m — ok. 0,30 MWp/ha
- Tracker 2P — ok. 12 m — ok. 0,45 MWp/ha

Wartości orientacyjne dla modułów 600 W o wymiarach 2,20 × 1,13 m, montowanych pionowo, liczone jako referencyjna gęstość mocy DC na hektar.

Im mniejszy wymagany taras, tym więcej gruntu pozostaje aktywne rolniczo.

# AgriPV w gorącym i suchym klimacie



## Kiedy AgriPV staje się narzędziem ochrony biologicznej

W klimacie gorącym i suchym AgriPV przestaje być tylko dodatkiem energetycznym. Staje się **systemem ochrony pola przed przegrzewaniem i utratą wody**.

## Preferowane parametry projektu

- Większa wysokość paneli — więcej cienia ochronnego
- Większy rozstaw rzędów — lepsza cyrkulacja powietrza
- Cień jako priorytet, nie energia
- Wysokie albedo — chłodniejsze podłoże i większy uzysk tylnej strony
- Układ East–West 25° jako baza

## Rośliny odporne na warunki suche

Oliwki, daktyle, figowce, lucerna, wybrane rośliny paszowe — rośliny naturalne dla klimatu śródziemnomorskiego i pustynnego, które szczególnie korzystają na osłonie PV.

# Dla kogo jest BifacialMAX AgriPV?



## Gospodarstwa warzywne

Salata, rukola, szpinak, zioła — EW 25° 1,10–1,50 m stanowi bardzo korzystną geometrię osłony mikroklimatycznej



## Sady i uprawy specjalistyczne

Wyższe warianty 2,10–3,00 m dla sadów, winorośli i upraw wymagających dużego prześwitu



## Projekty pilotażowe i B+R

Instalacje demonstracyjne, referencyjne i badawcze — system 1×1 lub małe układy EW 25°



## Plantacje jagodowe

Borówka, malina, porzeczka, jeżyna, truskawka — najsilniejsza przewaga handlowa EW 25°



## Inwestorzy energetyczni

Projekty dual-land-use łączące realną produkcję rolną z gwarantowaną produkcją energii elektrycznej



## Gminy i klastry energii

Lokalny model AgriPV jako element transformacji energetycznej i wsparcia lokalnego rolnictwa

# Dlaczego BifacialMAX AgriPV?



## Realna funkcja rolnicza

Grunt pod konstrukcją i między rzędami pozostaje w pełni aktywny produkcyjnie przez cały rok



## Lepsza fizyka bifacjalna

Wąski stół, odpowiednia wysokość i dobre warunki optyczne zapewniają dodatkowy uzysk tylnej strony rzędu ok. 15–20%



## Korzyści mikroklimatyczne

Mniej przegrzewania, lepsza gospodarka wodna, ochrona przed ekstremalnym nasłonecznieniem i gradem



## Wysoka trwałość

Profile zamknięte, powłoka ochronna, projektowanie zgodne z odpowiednimi normami europejskimi — 50 lat projektowej trwałości



## Elastyczność projektowa

Wysokości 1,10–3,00 m, różne rozstawy rzędów, różne typy upraw, różne poziomy mechanizacji

BifacialMAX AgriPV to system, w którym rolnictwo i energia wzmacniają się nawzajem.

# STREFY POLA W SYSTEMIE BIFACIALMAX EAST-WEST 25°

System AgriPV tworzy w polu różne strefy biologiczne. Każda z nich ma inną ilość światła, inną temperaturę gleby i inną gospodarkę wilgocią. Dzięki temu można świadomie dobierać rośliny do konkretnej części międzyrzędzia.

Strefa	Położenie	Światło	Temperatura gleby	Wilgotność / parowanie	Dodatkowe zjawisko	Najlepsza funkcja
<b>A</b>	przy panelu	duży cień / półcień	najniższa	najwyższa stabilność wilgoci, najmniejsze parowanie	większy spływ wody z modułów	rośliny ceniolubne i półceniolubne
<b>B</b>	strefa przejściowa	umiarkowane światło	umiarkowana	dobry kompromis wilgotności i dostępu światła	najlepsza ochrona mikroklimatyczna	jagodowe i uprawy mieszane
<b>C</b>	środek międzyrzędzia	największe nasłonecznienie	najwyższa	niższa wilgotność, większe parowanie	pas technologiczny lub strefa roślin światłożądnych	rośliny bardziej światłożądne i logistyka pola

**A — cień · wilgoć · chłód**

**B — kompromis · mikroklimat**

**C — słońce · ciepło · parowanie**

BIFACIALMAX AgriPV projektuje nie tylko energię, ale również wodę, cień i biologię pola.

# WARZYWA I ZIOŁA – NAJLEPSZE ZASTOSOWANIA SYSTEMU EAST–WEST 25°

System BIFACIALMAX East–West 25° najlepiej sprawdza się tam, gdzie potrzebna jest kontrola mikroklimatu, ograniczenie przegrzewania i bardziej efektywne wykorzystanie gruntu. Dlatego jest szczególnie logiczny dla warzyw, ziół i niskich upraw.

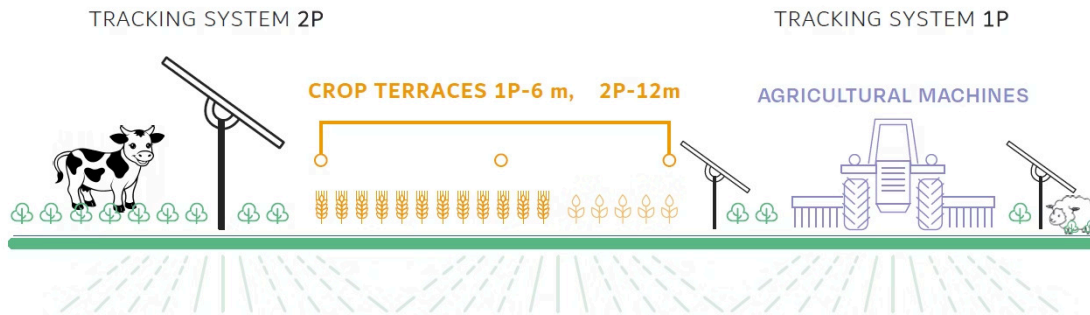
Roślina	Preferowana strefa	Zalecana wysokość konstrukcji	Typowy rozstaw rzędów	Główny efekt agronomiczny
Sałata	A	1,10–1,20 m	3,0–4,5 m	ograniczenie przegrzewania, stabilniejsza wilgotność
Rukola	A	1,10–1,20 m	3,0–4,5 m	mniejszy stres termiczny, bardziej równy mikroklimat
Szpinak	A	1,10–1,20 m	3,0–4,5 m	ograniczenie parowania i przegrzewania gleby
Bazylia	A / B	1,10–1,30 m	3,0–4,5 m	ochrona przed nadmiarem promieniowania i suszą
Mięta	A / B	1,10–1,30 m	3,0–4,5 m	lepszona wilgotność i mniejsze przegrzewanie
Zioła liściowe	A / B	1,10–1,30 m	3,0–4,5 m	stabilniejsze warunki wzrostu
Truskawka	B	1,30–1,50 m	4,0–6,0 m	dobry balans światła, wilgotności i osłony mikroklimatycznej

Strefy A i A/B to kluczowy obszar zastosowań systemu BIFACIALMAX East–West 25° dla warzyw i ziół.

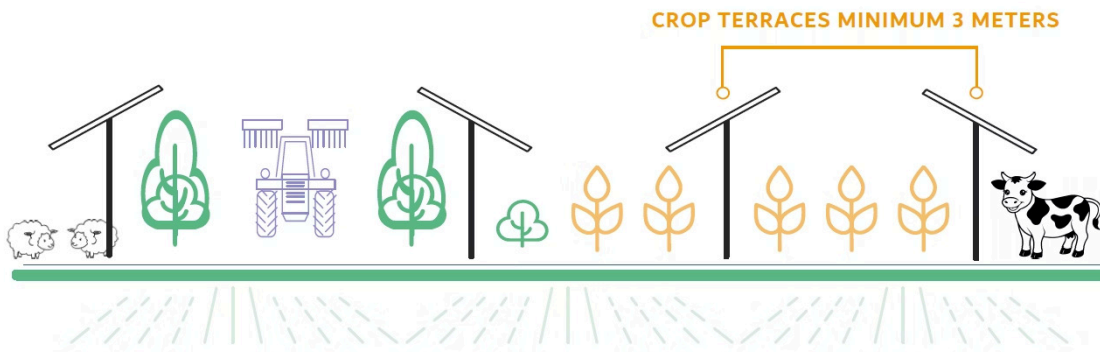
East–West 25° to podstawowy system BIFACIALMAX dla warzyw, ziół i niskich upraw.

## AgriPV RECOMMENDED METHOD OF INSTALLATION

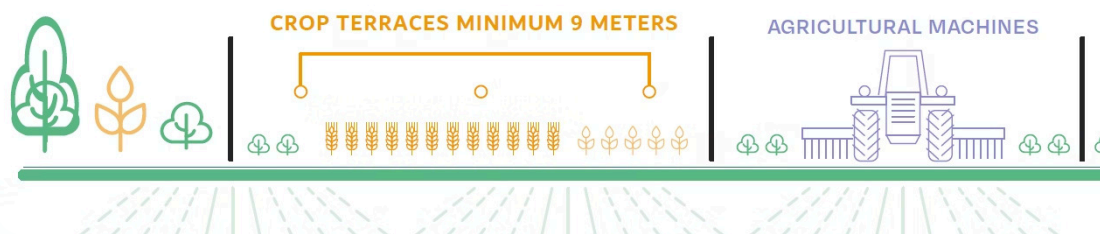
ORGANIC STRIP FARMING COMBINED WITH BIFACIALMAX®  
PV MODULES AND TRACKER 1P, 2P



ORGANIC STRIP FARMING COMBINED WITH BIFACIALMAX®  
PV MODULES AND EAST WEST STATIONARY SYSTEM 1P



ORGANIC STRIP FARMING COMBINED WITH BIFACIALMAX®  
PV MODULES AND EAST WEST ONE ROW VERTICAL



## ZALECANA GEOMETRIA SYSTEMÓW AGRIPV

Różne konfiguracje BIFACIALMAX tworzą różne szerokości pasów uprawowych, poziomy mechanizacji i warunki biologiczne pola. Geometria systemu decyduje o tym, jak pole może realnie funkcjonować.

### Trackery 1P i 2P

- Tracker 1P: pas uprawowy ok. 6 m
- Tracker 2P: pas uprawowy ok. 12 m
- Zastosowanie: większa mechanizacja, szerokie pasy robocze, duże pola i układy bardziej energetyczne

### East-West 25°

- Typowy pas uprawowy: 3,0–4,5 m
- Wariant kompaktowy: od 2,52 m
- Zastosowanie: jagodowe, warzywa, uprawy mieszane, najlepszy kompromis biologii pola i zagęszczenia mocy

### Vertical

- Typowy pas uprawowy: ok. 9 m
- Zastosowanie: winorośl, zboża, układy pasowe, szerokie przejazdy

*Dobra agrifotowoltaika zaczyna się od geometrii pola, biologii roślin i logistyki gospodarstwa — nie od samego modułu.*

# Jagodowe i owoce miękkie — najlepsze zastosowania systemu BifacialMAX

Plantacje jagodowe bardzo dobrze współpracują z systemem BIFACIALMAX East–West 25°, ponieważ korzystają z umiarkowanego cienia, lepszej gospodarki wodnej i ochrony mikroklimatycznej. To jeden z najmocniejszych obszarów zastosowań tego systemu.

Roślina	Strefa	Zalecana wysokość systemu	Typowy rozstaw rzędów	Główna korzyść	Poziom mechanizacji
Borówka	B	1,50–2,10 m	5,0–8,0 m	ochrona przed stresem cieplnym, stabilniejsza wilgotność	średni
Malina	B	1,50–2,10 m	5,0–8,0 m	lepszy mikroklimat i mniejsze przegrzewanie	średni
Porzeczka	B	1,50–2,10 m	5,0–8,0 m	korzystny kompromis światła i ochrony	średni
Jeżyna	B	1,50–2,10 m	5,0–8,0 m	lepsza gospodarka wodna i osłona mikroklimatyczna	średni
Truskawka	B	1,30–1,50 m	4,0–6,0 m	dobre warunki dla owoców i gleby	niski / średni
Specjalistyczne krzewy owocowe	B / C	1,80–2,50 m	6,0–9,0 m	większa elastyczność pola i przejazdu	średni / wyższy

Strefa B jest najcenniejszą strefą dla plantacji jagodowych — optymalny balans światła, wilgotności i ochrony mikroklimatycznej.

Dla jagodowych BIFACIALMAX East–West 25° jest systemem wyjątkowo logicznym biologicznie i ekonomicznie.



# ROŚLINY ŚWIATŁOŻĄDNE I SZEROKIE POLA – KIEDY VERTICAL LUB TRACKER

Nie każda uprawa wymaga tego samego układu pola. Dla szerokich przejazdów, zbóż, winorośli i części roślin światłożądnych bardziej logiczne mogą być systemy Vertical lub Trackery.

Strefa C — rośliny wymagające pełnego słońca i szerokich przejazdów

EW 25° najlepiej odpowiada strefom A i B, natomiast Vertical i Trackery lepiej wpisują się w zastosowania typowe dla strefy C.

Roślina	Preferowana strefa	Najlepiej dopasowany system	Potrzebny grunt / taras	Główny powód wyboru
Winorośl	C	Vertical lub wysokie EW 25°	7,0–10,0 m	większy prześwit i pełniejsze światło
Zboża	C	Vertical lub Tracker 2P	9–12 m	szerokie pole i dobra mechanizacja
Kukurydza	C	Tracker 2P lub wysokie systemy specjalistyczne	9–12 m	duży pas roboczy i pełniejsze światło
Słonecznik	C	Vertical lub Tracker 2P	9–12 m	roślina światłożądna, szerokie pola
Warzywa polowe światłożądne	C / B+C	wysokie EW 25° lub 1P	6–8 m	potrzeba większego udziału światła bezpośredniego
Uprawy specjalistyczne szerokopolowe	C	Tracker 2P	12 m	szeroka mechanizacja i aktywne użytkowanie pola

EW 25° dominuje w warzywach, ziołach i jagodowych. Vertical i Trackery znajdują zastosowanie tam, gdzie pole wymaga innej geometrii.

# DOBÓR SYSTEMU BIFACIALMAX DO TYPU UPRAWY

Prawidłowy projekt AgriPV zaczyna się od rośliny. Dopiero potem dobiera się geometrię systemu, wysokość i rozstaw rzędów.

Typ uprawy	Strefa pola	System	Wysokość	Rozstaw rzędów	Główny efekt
Warzywa liściowe i zioła	A / A+B	BIFACIALMAX East-West 25°	1,10–1,20 m	3,0–4,5 m	osłona termiczna, mniejsze parowanie
Truskawka i uprawy mieszane	B	BIFACIALMAX East-West 25°	1,30–1,50 m	4,0–6,0 m	balans światła i wilgotności
Plantacje jagodowe	B	BIFACIALMAX East-West 25°	1,50–2,10 m	5,0–8,0 m	mikroklimat, wygoda uprawy, rear gain
Winorośl	C / wyższe strefy	Vertical lub wysokie EW 25°	2,10–3,00 m	7,0–10,0 m	większy prześwit, pełniejsze światło
Zboża i szerokie pola	C	Vertical lub Tracker 2P	warianty wysokie / specjalistyczne	9–12 m	szeroki pas roboczy, duża mechanizacja
Klimat gorący i suchy	strefy A i B; priorytet: ochrona przed przegrzaniem	BIFACIALMAX East-West 25°	wyższe warianty	większe rozstawy	ochrona termiczna, mniejsza utrata wody

Najpierw roślina i biologia pola. Potem dobór systemu.



# SEZONOWA OSŁONA OCHRONNA

Pomiędzy sąsiednimi rzędami paneli można sezonowo rozpiąć folię ochronną lub siatkę ochronną.

**Sezonowa folia ochronna lub siatka ochronna rozpięta pomiędzy sąsiednimi rzędami paneli tworzy osłonę nad pasem uprawowym — bez konieczności budowania osobnych tuneli szklarniowych. Osłona nie przykrywa modułów i nie jest montowana pod konstrukcją.**

## Folia ochronna — chłód i przymrozki

Sezonowa folia rozpięta między sąsiednimi rzędami paneli. Ochrona przed przymrozkami wiosną i jesienią. Wydłużenie sezonu produkcyjnego.

## Siatka ochronna — grad i osłona mechaniczna

Siatka rozpięta między sąsiednimi rzędami paneli. Ochrona przed gradem i lekka osłona mechaniczna. Przepuszcza światło i powietrze.

## Stabilniejszy bufor termiczny

Większa objętość powietrza niż w klasycznym tunelu. Wolniejsze zmiany temperatury pod osłoną.

## Zintegrowana infrastruktura

Rzędy PV stanowią gotową strukturę nośną. Brak kosztów oddzielnej infrastruktury osłonowej.

**Jeden system — trzy funkcje: energia przez cały rok, sezonowa ochrona przed przymrozkami (folia) oraz ochrona przed gradem (siatka).**

BIFACIALMAX East–West 25° chroni nie tylko przed upałem. Może chronić także przed chłodem.

**AgriPV**

ORGANIC STRIP FARMING COMBINED WITH BIFACIALMAX® PV MODULES AND EAST WEST STATIONARY SYSTEM 1P



BIFACIAL **MAX**

# PORÓWNANIE SYSTEMÓW BIFACIALMAX AGRIPV

Każdy system BIFACIALMAX ma inną logikę pola, inną funkcję rolniczą i inne wymagania przestrzenne. Poniższa tabela pokazuje, który system jest najbardziej uniwersalny, a który jest rozwiązaniem specjalistycznym.

Kryterium	BifacialMAX East–West 25°	BifacialMAX Vertical	BifacialMAX Tracker 1P	BifacialMAX Tracker 2P
Rola w ofercie	główny system katalogu	drugi filar oferty	system specjalistyczny	system specjalistyczny dla szerokich projektów z podwójnym wykorzystaniem gruntu
Główna funkcja	najlepszy kompromis: energia, rolnictwo, bezpieczeństwo i prostota	szerokie przejazdy, układy pasowe, ogrodzenia energetyczne	kompaktowy tracker dla projektów mieszanych	tracker dla podwójnego wykorzystania gruntu i większej mechanizacji
Potrzebny grunt / pas uprawowy	najmniejszy, dobierany do uprawy	ok. 9 m	ok. 6 m	ok. 12 m
Najlepsze uprawy	warzywa, zioła, truskawki, borówka, malina, porzeczka, jeżyna, uprawy mieszane	zboża, winorośl, uprawy pasowe i specjalistyczne	projekty mieszane, część upraw polowych	zboża, szerokie uprawy polowe, duża mechanizacja
Wysokość systemu	ok. 1,10–3,00 m	warianty pionowe specjalistyczne	wariant kompaktowy i średni	wariant szeroki i o większym prześwicie
Energia	wysoki rear gain i wysoka produktywność energii z działki	dobra dla zastosowań specjalnych	wysoki uzysk z trackingu	wysoki uzysk z trackingu i szerokie pole
Mikroklimat pola	najsilniejsza przewaga	umiarkowany	umiarkowany	od umiarkowanego do wysokiego
Serwis	najprostszy	prosty	bardziej wymagający	najbardziej wymagający
Bezpieczeństwo	bardzo wysokie	wysokie	wysokie	wysokie
Możliwość folii ochronnej	tak — bardzo ważna przewaga	nie jest główną logiką systemu	nie jest główną logiką systemu	nie jest główną logiką systemu
Najważniejsza przewaga handlowa	główny filar oferty: najmniejsze wymagania przestrzenne, najlepszy dla warzyw i jagodowych, mikroklimat i prostota	szerokie przejazdy i ogrodzenia energetyczne	kompaktowy system trackingowy	system trackingowy dla szerokich pól

BIFACIALMAX East–West 25° pozostaje najbardziej uniwersalnym i najważniejszym systemem oferty.

# DLACZEGO BIFACIALMAX DZIAŁA LEPIEJ

## Geometria, bifacjalność konstrukcji i bezpieczeństwo modułu

BifacialMAX nie opiera swojej przewagi na samym haśle „bifacial”. Przewaga wynika z geometrii pola, dostępu światła do tylnej strony modułu, ograniczenia własnego zacielenia konstrukcji oraz stabilnej, bezpiecznej pracy modułu w czasie.

## DLACZEGO TYLNA STRONA MODUŁU MOŻE PRACOWAĆ LEPIEJ

### Jednorzędowa geometria

Wąski, jednorzędowy układ East–West 25° ułatwia dostęp światła odbitego i rozproszonego do tylnej strony modułu.

### Większa wysokość i geometria pola

Odpowiednia wysokość montażu oraz geometria pola poprawiają warunki optyczne pracy tylnej strony modułu.

### Bifacjalność konstrukcji

Smuklejsze, węższe profile nośne ograniczają własne zacielenie konstrukcji i nie zabijają pracy tylnej strony modułu.

### Albedo jako parametr projektowy

Rear gain nie pojawia się sam. Wynika z projektowanej geometrii i warunków optycznych pola.

Nie wystarczy zastosować moduł bifacjalny. Trzeba jeszcze zaprojektować konstrukcję, która nie zabija pracy tylnej strony.

## BEZPIECZEŃSTWO MODUŁU I KONSTRUKCJI

### Profile zamknięte

Wyższa sztywność i odporność na skręcanie oraz ograniczenie przeciążeń bocznych.

### Ograniczenie trapezowania

Stabilna, jednorzędowa geometria zmniejsza ryzyko deformacji charakterystycznych dla szerokich stołów wielorzędowych.

### Ochrona tylnej szyby modułu

Mniejsze ryzyko nierównomiernych naprężeń, pęknięcia szkła i długoterminowych strat uzysku.

### Normy i trwałość

Projektowanie zgodne z Eurocode 1, Eurocode 3 i EN 1090 oraz logika trwałości dla warunków rolniczych.

W BifacialMAX bezpieczeństwo nie jest dodatkiem marketingowym. Jest warunkiem stabilnej pracy modułu i trwałości systemu.

# EKONOMIKA SYSTEMÓW BIFACIALMAX AGRIPV

## Różnice geometryczne, energetyczne i użytkowe między systemami

Nie każdy system daje tę samą logikę pola. O wartości projektu decydują jednocześnie: taras uprawowy, produktywność z hektara, efekt energii, poziom serwisu i dopasowanie systemu do rolnictwa.

System	Typowy taras / pas	Orientacyjna gęstość mocy	Efekt energii	OPEX / serwis	Sens zastosowania
BifacialMAX East–West 25°	typowo 3,0–4,5 m	ok. 0,61–0,91 MWp/ha	rear gain ok. 15–20%	niski — układ stacjonarny bez ruchomych elementów	główny system oferty, najlepszy kompromis: energia + rolnictwo + mikroklimat + wykorzystanie hektara
BifacialMAX East–West 25° — wariant kompaktowy	ok. 2,52 m	do ok. 1,08 MWp/ha	rear gain ok. 15–20%	niski	maksymalizacja wykorzystania działki i bardzo wysoka produktywność z hektara
BifacialMAX Tracker 1P	ok. 6 m	ok. 0,45 MWp/ha	ok. 20–30% więcej energii vs systemy stacjonarne	wyższy niż system stacjonarny	rozwiązanie specjalistyczne dla projektów wymagających trackingu
BifacialMAX Vertical	ok. 9 m	ok. 0,30 MWp/ha	dobra logika zastosowań specjalnych	niski lub umiarkowany	szerokie przejazdy, układy pasowe, ogrodzenia energetyczne, niższa gęstość mocy z hektara
BifacialMAX Tracker 2P	ok. 12 m	ok. 0,45 MWp/ha	wysoki uzysk z trackingu	najwyższy serwisowo z oferty	szeroka mechanizacja i duże pola, najmniej zwarta geometria pola

### 15–20%

#### Rear gain EW 25°

Dodatkowy wkład energii z tylnej strony modułów.

### 2,52 m

#### Wariant bardzo kompaktowy

Możliwość bardzo zwartej geometrii pola.

### 0,61–0,91 MWp/ha

#### Typowy zakres EW 25°

Wysoka produktywność z hektara.

## CO TWORZY WARTOŚĆ PROJEKTU

→ większa produktywność z hektara

→ rear gain i bardziej użyteczny profil energii

→ niski OPEX i mniejsze ryzyko mechaniczne

→ aktywna funkcja rolnicza

Przewaga BifacialMAX East–West 25° wynika z połączenia zwartej geometrii pola, rear gain, niskiego OPEX-u i aktywnej funkcji AgriPV.

# WARTOŚĆ PROJEKTU AGRIPV

## Energia, profil produkcji, magazynowanie, OPEX i aktywna funkcja rolnicza

W AgriPV nie wystarczy porównać samego kosztu konstrukcji. O rzeczywistej wartości projektu decyduje cały łańcuch: koszt inwestycyjny, uzysk energii, wartość energii w czasie, potrzeba magazynowania, OPEX, produktywność z hektara i wartość rolnicza pola.

Parametr	Układ referencyjny	BifacialMAX East-West 25°	Wpływ na wartość projektu
Koszt inwestycyjny	100	103	przykład: wzrost CAPEX tylko o 3%
Efekt energii / przychodu	100	115–120	wzrost efektu o ok. 15–20% dzięki geometrii bifacialnej i rear gain
Profil dobowy produkcji	bardziej skupiony w jednym pikie	bardziej równomierny rano–południe–popołudnie	większa użyteczność energii lokalnie i rynkowo
Wartość energii w czasie	referencyjna	potencjalnie wyższa	większy udział energii rano i po południu
Potrzeba magazynowania / przesuwania energii	wyższa	potencjalnie niższa	możliwe ograniczenie CAPEX i OPEX magazynu
Koszty eksploatacyjne	standardowe	niższe dzięki układowi stacjonarnemu bez ruchomych elementów	mniej serwisu i mniej zależności od automatyki
Ryzyko strat mechanicznych	standardowe	niższe dzięki profilom zamkniętym i stabilnej geometrii	mniej kosztów pośrednich i awaryjnych
Produktywność z hektara	referencyjna	wyższa dzięki zwartej geometrii pola	większa wartość projektu z tej samej powierzchni gruntu
Funkcja rolnicza pola	ograniczona lub wtórna	aktywna funkcja AgriPV	projekt daje energię i wartość agronomiczną jednocześnie

### ŁAŃCUCH WARTOŚCI PROJEKTU

- zbliżony CAPEX
- realny rear gain
- bardziej równomierny profil energii
- większa wartość energii rano i po południu
- mniejsza potrzeba magazynowania
- niższy OPEX
- aktywna funkcja rolnicza
- potencjalnie szybszy zwrot

### AGRIPV TO NIE TYLKO ENERGIA

- grunt pozostaje aktywny produkcyjnie przez cały rok
- mikroklimat może ograniczać straty wody i stres termiczny roślin
- system łączy energię i rolnictwo na tym samym hektarze
- projekt buduje dwa strumienie wartości: energetyczny i rolniczy

*W AgriPV wartość projektu nie wynika wyłącznie z kWh, lecz z łącznego efektu energetycznego, rolniczego i użytkowego tego samego hektara.*

W BifacialMAX AgriPV inwestor kupuje nie tylko moc zainstalowaną, ale również geometrię pola, realny rear gain, aktywną funkcję rolniczą, bardziej użyteczny profil energii i potencjalnie lepszą ekonomikę całego projektu.

*Wartości geometryczne, gęstość mocy i zakresy rear gain mają charakter referencyjny zgodny z układami pokazanymi w katalogu. Przykład 100 / 103 / 115–120 ma charakter logiczno-porównawczy i nie zastępuje indywidualnego modelu finansowego projektu.*

# BIFACIALMAX AgriPV

## Projektujemy światło, wodę i energię dla rolnictwa

Jeżeli chcesz dobrać system do konkretnej uprawy, wysokości maszyn, szerokości pasa roboczego i oczekiwanego uzysku energetycznego — przygotujemy wariant dopasowany do Twojego gospodarstwa lub projektu inwestycyjnego.

### BifacialMAX Sp. z o.o.

ul. Jabłowska 75  
83-200 Starogard Gdański

### Kontakt

[office@bifacialmax.com](mailto:office@bifacialmax.com)  
[www.bifacialmax.com](http://www.bifacialmax.com)

### Telefon

+48 505 031 733  
+48 512 659 376

Nie budujemy cienia nad polem. Projektujemy światło, wodę i energię dla rolnictwa.

