

# Który panel PV najbardziej się opłaca?



📅 2026-05-05 15:49

🕒 Symulacja 30 lat

## Założenia symulacji

🌡 Temperatura: **55°C**

🏠 Instalacja: **Dach skośny południowy**

☀ Bazowa produkcja: **1050 kWh/kWp/rok**

📅 Horyzont: **30 lat**

💰 Waluta: **zł PLN**



LIDER RANKINGU

**JA Solar  
JAM60D41 500/LB**

Wynik 79,3/100



NAJWYŻSZA PRODUKCJA 30L

**13 440 kWh**

Δ do najgorszego: 3138 kWh



NAJNIŻSZY LCOE

**0,020 zł/kWh**

O 17,2% taniej niż najgorszy



CO<sub>2</sub> UNIKNIĘTEGO (LIDER)

**8,7 t**

Mix energetyczny PL: 650 g/kWh



WARTOŚĆ ENERGII (LIDER,  
30L)

**11 424 zł**

Cena referencyjna: 0,85 zł/kWh



NAJDŁUŻSZA GWARANCJA

**30 lat**

Średnia w zestawie: 28,8 lat

## 🏆 Najlepszy wybór

NAJLEPSZY WYBÓR DŁUGOFALOWO

**JA SOLAR**

**JA Solar JAM60D41 500/LB (500 Wp)**



- Najwyższa produkcja 30-letnia (13 440 kWh)
- Najdłuższa gwarancja mocy (30 lat)
- Wynik jakościowy PV Index: 68/100

**79**

**WYNIK OFERTY**  
w tym zestawie

**WYNIK OFERTY: 40,0** produkcja 30L + **19,1** LCOE + **10,0** gwarancja + **10,3** jakość PV Index (15% × 68/100) = **79,3/100**

🔗 ONLINE: <https://pvindex.pl/raport-paneli/fbbbe38e-f353-43e1-bacd-85a6a108ad2c>

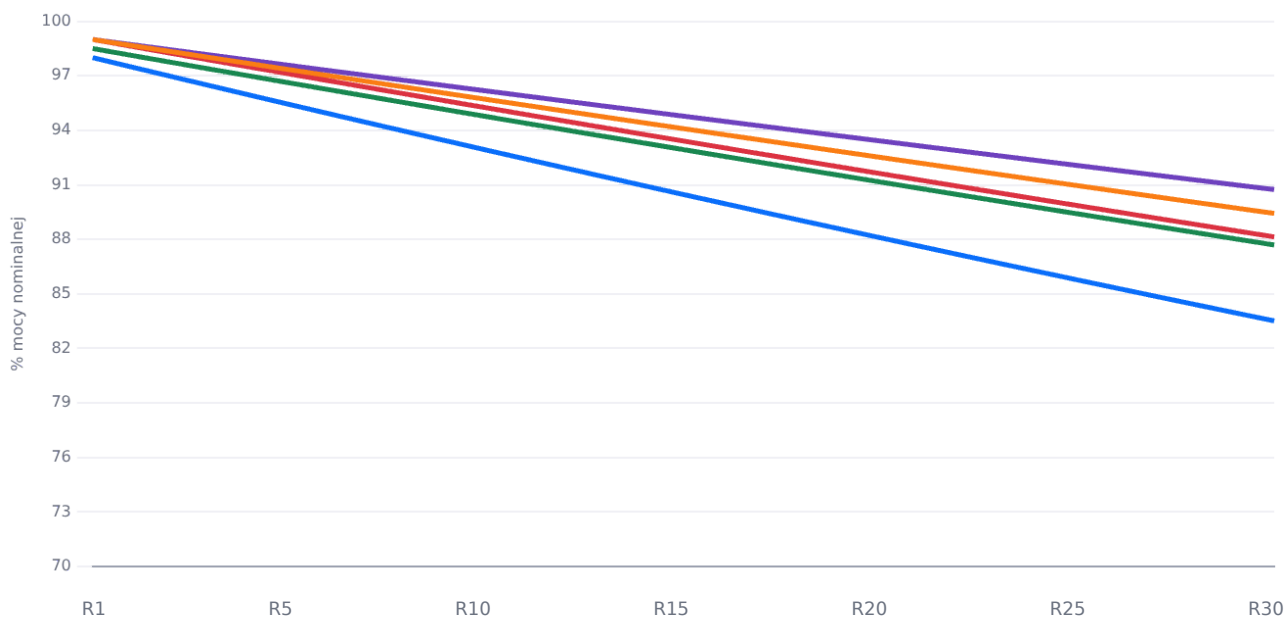
## 2 TABELA PORÓWNAWCZA

#	PRODUCENT / MODEL	MOC	CENA	Y1 KWH	30-LAT KWH	LCOE	JAKOŚĆ PV INDEX	WYNIK OFERTY
1	<b>JA SOLAR</b> JAM60D41 500/LB	500 Wp	289,00 zł	475	<b>13 440</b>	0,022 zł	68/100	<b>79,3/100</b>
2	<b>TrinaSolar</b> TSM- NEG9RC.27-445	445 Wp	235,00 zł	422	<b>11 962</b>	0,020 zł	71/100	<b>76,9/100</b>
3	<b>HYUNDAI</b> HiT- ENERGY SOLUTIONS H450LE-FB(ZB)	450 Wp	265,00 zł	434	<b>12 472</b>	0,021 zł	78/100	<b>70,6/100</b>
4	<b>AIKO</b> AIKO- A440-MAH54Mb	440 Wp	247,52 zł	422	<b>12 030</b>	0,021 zł	76/100	<b>70,4/100</b>
5	<b>JinKO</b> Solar JKM465N- 48HL4M-BDV-Z2-EU	465 Wp	269,00 zł	441	<b>12 499</b>	0,022 zł	74/100	<b>68,1/100</b>
6	<b>AIKO</b> AIKO- A450-MAH54Mb	450 Wp	289,00 zł	427	<b>12 183</b>	0,024 zł	79/100	<b>49,4/100</b>
7	<b>LONGi</b> LR5-54HTB- 430M	430 Wp	259,00 zł	406	<b>11 500</b>	0,023 zł	67/100	<b>36,7/100</b>
8	<b>Bruk-Bet</b> PEM.BB-400	400 Wp	229,00 zł	372	<b>10 303</b>	0,022 zł	19/100	<b>20,7/100</b>

### Degradacja mocy w czasie

**Część paneli ma identyczne parametry degradacji - widocznych 5 z 8 krzywych (te same wartości = ten sam kolor)**

- Bruk-Bet PEM.BB-400   ● AIKO AIKO-A440-MAH54Mb · AIKO AIKO-A450-MAH54Mb   ● Longi Solar LR5-54HTB-430M
- Trina Solar TSM-NEG9RC.27-445 · Jinko Solar JKM465N-48HL4M-BDV-Z2-EU · JA Solar JAM60D41 500/LB
- Hyundai HiT-H450LE-FB(ZB)




#	PANEL	R5	R10	R15	R20	R25	R30
1	● JA Solar JAM60D41 500/LB	97,4%	95,5%	93,6%	91,7%	89,9%	88,1%
2	● Trina Solar TSM-NEG9RC.27-445	97,4%	95,5%	93,6%	91,7%	89,9%	88,1%
3	● Hyundai HiT-H450LE-FB(ZB)	97,8%	96,4%	94,9%	93,5%	92,1%	90,7%
4	● AIKO AIKO-A440-MAH54Mb	97,6%	95,9%	94,3%	92,6%	91,0%	89,4%
5	● Jinko Solar JKM465N-48HL4M-BDV-Z2-EU	97,4%	95,5%	93,6%	91,7%	89,9%	88,1%
6	● AIKO AIKO-A450-MAH54Mb	97,6%	95,9%	94,3%	92,6%	91,0%	89,4%
7	● Longi Solar LR5-54HTB-430M	96,9%	95,0%	93,1%	91,3%	89,5%	87,7%
8	● Bruk-Bet PEM.BB-400	95,9%	93,3%	90,7%	88,3%	85,9%	83,5%

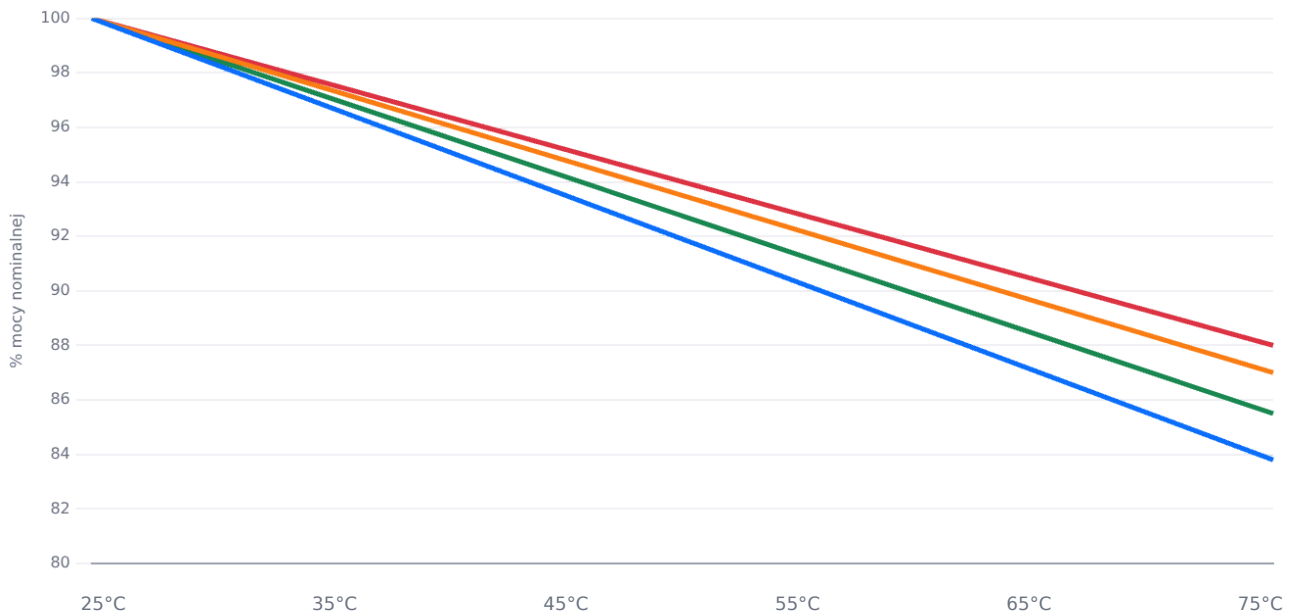
Wyższa krzywa = mniejsza utrata wydajności w czasie. Y1 + roczny spadek. Panele o identycznej degradacji mają nakładające się krzywe - dokładne wartości w tabeli poniżej.









 Spadek mocy: STC 25°C → 75°C

 Część paneli ma identyczny Tc Pmax - widocznych 4 z 8 krzywych (te same wartości = ten sam kolor)

 Bruk-Bet PEM.BB-400  AIKO AIKO-A440-MAH54Mb

 Longi Solar LR5-54HTB-430M · Trina Solar TSM-NEG9RC.27-445 · AIKO AIKO-A450-MAH54Mb · Jinko Solar JKM465N-48HL4M-BDV-Z2-EU · JA Solar JAM60D41 500/LB

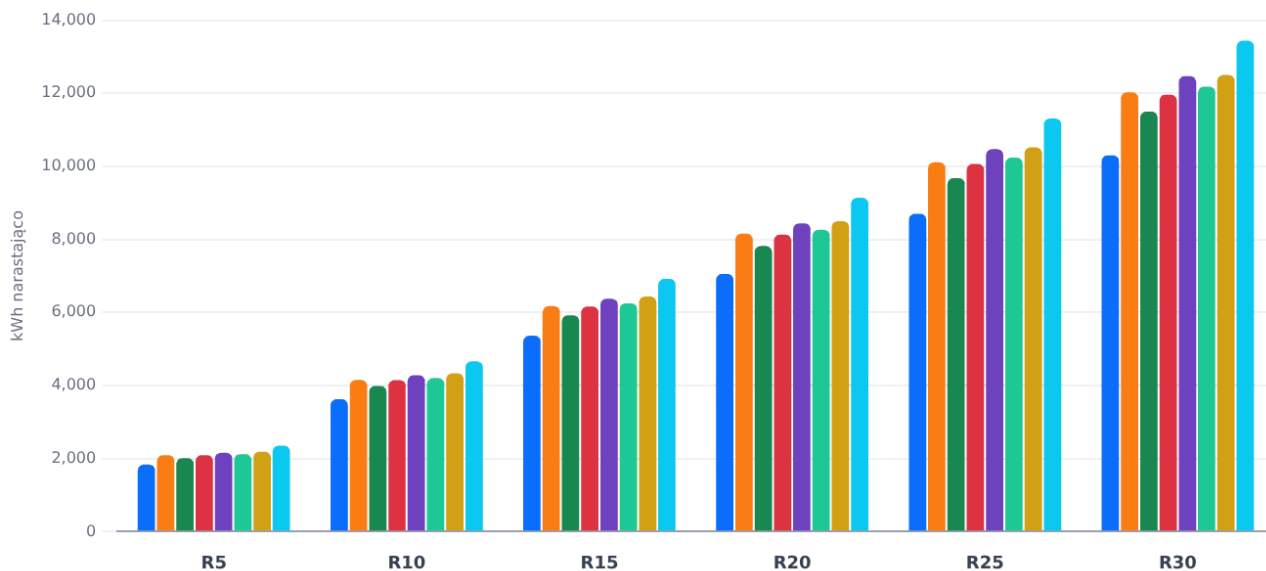
 Hyundai HiT-H450LE-FB(ZB)


#	PANEL	TC PMAX	25°C	35°C	45°C	55°C	65°C	75°C
1	 JA Solar JAM60D41 500/LB	-0,29%/°C	100,0%	97,1%	94,2%	91,3%	88,4%	85,5%
2	 Trina Solar TSM-NEG9RC.27-445	-0,29%/°C	100,0%	97,1%	94,2%	91,3%	88,4%	85,5%
3	 Hyundai HiT-H450LE-FB(ZB)	-0,24%/°C	100,0%	97,6%	95,2%	92,8%	90,4%	88,0%
4	 AIKO AIKO-A440-MAH54Mb	-0,26%/°C	100,0%	97,4%	94,8%	92,2%	89,6%	87,0%
5	 Jinko Solar JKM465N-48HL4M-BDV-Z2-EU	-0,29%/°C	100,0%	97,1%	94,2%	91,3%	88,4%	85,5%
6	 AIKO AIKO-A450-MAH54Mb	-0,29%/°C	100,0%	97,1%	94,2%	91,3%	88,4%	85,5%
7	 Longi Solar LR5-54HTB-430M	-0,29%/°C	100,0%	97,1%	94,2%	91,3%	88,4%	85,5%
8	 Bruk-Bet PEM.BB-400	-0,32%/°C	100,0%	96,8%	93,5%	90,3%	87,0%	83,8%

Wyższa krzywa = mniej traci mocy w upale. Wzór:  $P(T) = 100\% + T_c P_{max} \times (T - 25)$ . Tc Pmax jest negatywny, więc moc spada wraz ze wzrostem temperatury ogniw. W upalne dni (50-70°C na powierzchni panelu) różnica między panelami może sięgać 3-5% nominalnej mocy.

## .|| Skumulowana produkcja energii

- Bruk-Bet PEM.BB-400
- AIKO AIKO-A440-MAH54Mb
- Longi Solar LR5-54HTB-430M
- Trina Solar TSM-NEG9RC.27-445
- Hyundai HiT-H450LE-FB(ZB)
- AIKO AIKO-A450-MAH54Mb
- Jinko Solar JKM465N-48HL4M-BDV-Z2-EU
- JA Solar JAM60D41 500/LB

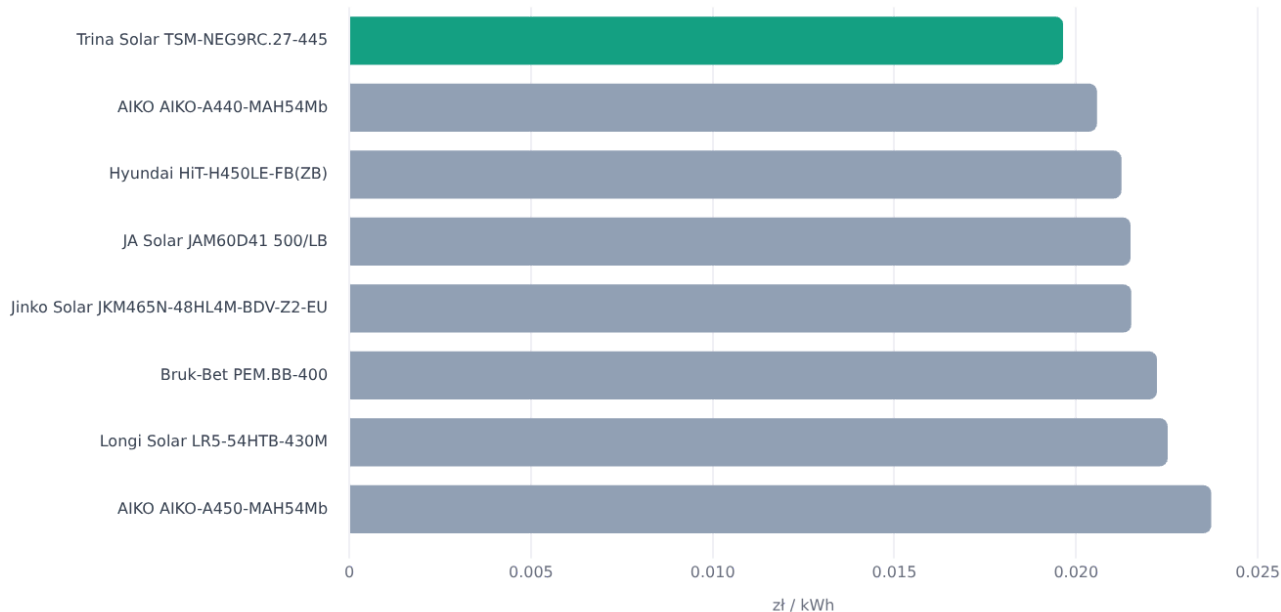


↳ Punkty zwrotne: AIKO AIKO-A440-MAH54Mb wyprzedza Trina Solar TSM-NEG9RC.27-445 w R7

#	PANEL	R5	R10	R15	R20	R25	R30
1	JA Solar JAM60D41 500/LB	2354 kWh	4661 kWh	6922 kWh	9139 kWh	11 311 kWh	13 440 kWh
2	Trina Solar TSM-NEG9RC.27-445	2095 kWh	4148 kWh	6161 kWh	8133 kWh	10 067 kWh	11 962 kWh
3	Hyundai HiT-H450LE-FB(ZB)	2157 kWh	4283 kWh	6376 kWh	8439 kWh	10 471 kWh	12 472 kWh
4	AIKO AIKO-A440-MAH54Mb	2094 kWh	4151 kWh	6173 kWh	8159 kWh	10 111 kWh	12 030 kWh
5	Jinko Solar JKM465N-48HL4M-BDV-Z2-EU	2189 kWh	4335 kWh	6438 kWh	8499 kWh	10 519 kWh	12 499 kWh
6	AIKO AIKO-A450-MAH54Mb	2120 kWh	4204 kWh	6252 kWh	8263 kWh	10 240 kWh	12 183 kWh
7	Longi Solar LR5-54HTB-430M	2014 kWh	3988 kWh	5923 kWh	7819 kWh	9678 kWh	11 500 kWh
8	Bruk-Bet PEM.BB-400	1838 kWh	3625 kWh	5364 kWh	7056 kWh	8702 kWh	10 303 kWh

Łączne kWh narastająco w wybranych latach (R5, R10, R15, R20, R25, R30). Wyższy słupek = wyższy wolumen energii.

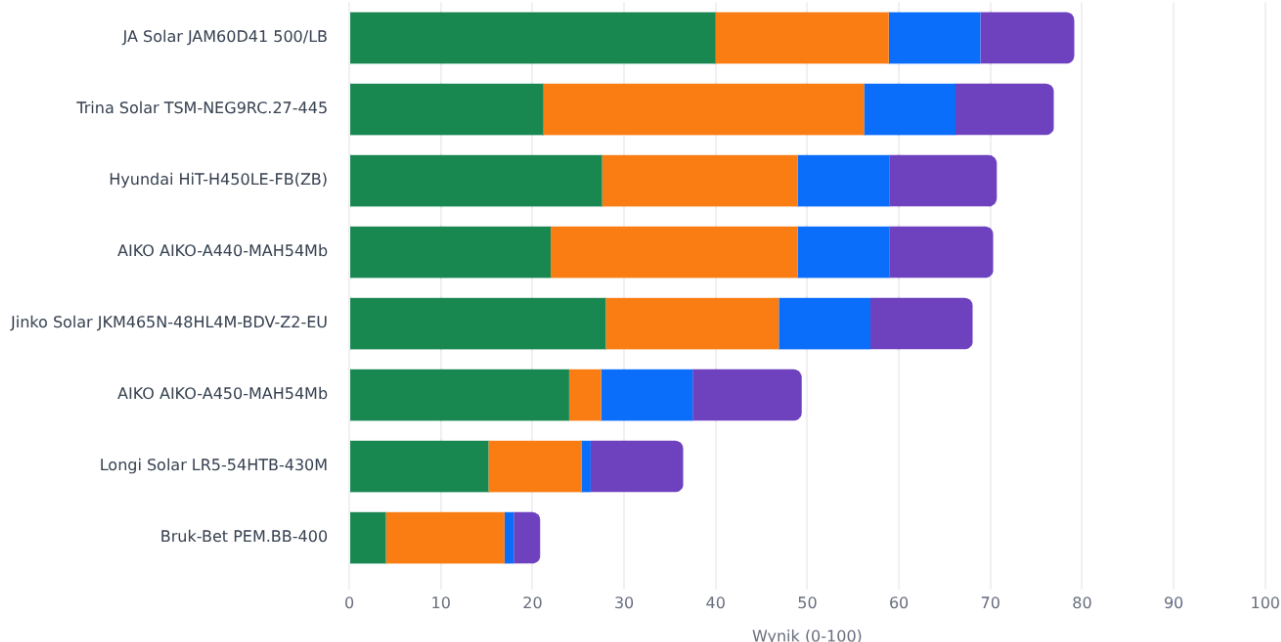
**LCOE - koszt jednostki energii**



Levelized Cost of Energy = cena / 30-letnia produkcja. Niższy słupek = lepszy wybór finansowo.

**Skład Wyniku oferty (0-100) - z czego wynika ranking**

● Produkcja 30L (40%) ● Niski LCOE (35%) ● Gwarancja (10%) ● Jakość PV Index (15%)



Każdy pasek = "Wynik oferty" danego panelu (0-100). Produkcja 30L, niski LCOE i gwarancja są normalizowane min-max w obrębie zestawu z 10% podłogą (najgorszy panel w wymiarze otrzymuje 10% wagi, nie 0 - by segment pozostał widoczny). Jakość PV Index działa inaczej: jest absolutna - wkład = 15% × Jakość PV Index (np. 58/100 → 8,7 pkt), niezależnie od pozostałych paneli w zestawie.

**JASOLAR**  
JAM60D41 500/LB 1

**TOPCON** **BIFACJALNY +80%**

**NAJWYŻSZA PRODUKCJA**

Moc:	<b>500 Wp</b>
Cena:	<b>289,00 zł</b>
Tc Pmax:	<b>-0,29%/°C</b>
Gwarancja:	<b>30 lat</b>
Y1 / rocz.:	<b>1,00% / 0,40%</b>
Produkcja Y1:	<b>475 kWh</b>
30 lat:	<b>13 440 kWh</b>
% w r.30:	<b>88,1%</b>
LCOE:	<b>0,022 zł</b>
Jakość PV Index:	<b>68/100</b>
Wynik oferty:	<b>79,3/100</b>

**WARTO NEGOCJOWAĆ**

+10% → **63,8** Δ 31,5 pkt **95,3** ← -10%

**Powalcz o rabat** - 10% obniżki ceny znacząco podniesie panel w ranking.

 Karta katalogowa

**Trinasolar**  
TSM-NEG9RC.27-445 2

**TOPCON** **BIFACJALNY +80%**

**NAJNIŻSZY LCOE**  
**NAJTAŃSZY ZŁ/W**

Moc:	<b>445 Wp</b>
Cena:	<b>235,00 zł</b>
Tc Pmax:	<b>-0,29%/°C</b>
Gwarancja:	<b>30 lat</b>
Y1 / rocz.:	<b>1,00% / 0,40%</b>
Produkcja Y1:	<b>422 kWh</b>
30 lat:	<b>11 962 kWh</b>
% w r.30:	<b>88,1%</b>
LCOE:	<b>0,020 zł</b>
Jakość PV Index:	<b>71/100</b>
Wynik oferty:	<b>76,9/100</b>

**WARTO NEGOCJOWAĆ**

+10% → **65,4** Δ 11,5 pkt **76,9** ← -10%

**Powalcz o rabat** - 10% obniżki ceny znacząco podniesie panel w ranking.

 Karta katalogowa

**HYUNDAI ENERGY SOLUTIONS**  
HiT-H450LE-FB(ZB) 3

**HJT** **BIFACJALNY**

Moc:	<b>450 Wp</b>
Cena:	<b>265,00 zł</b>
Tc Pmax:	<b>-0,24%/°C</b>
Gwarancja:	<b>30 lat</b>
Y1 / rocz.:	<b>1,00% / 0,30%</b>
Produkcja Y1:	<b>434 kWh</b>
30 lat:	<b>12 472 kWh</b>
% w r.30:	<b>90,7%</b>
LCOE:	<b>0,021 zł</b>
Jakość PV Index:	<b>78/100</b>
Wynik oferty:	<b>70,6/100</b>

**WARTO NEGOCJOWAĆ**

+10% → **52,9** Δ 31,5 pkt **84,4** ← -10%

**Powalcz o rabat** - 10% obniżki ceny znacząco podniesie panel w ranking.

 Karta katalogowa

**AIKO**  
AIKO-A440-MAH54Mb 4

**BACK CONTACT**

**NAJDŁUŻSZA GWARANCJA**

Moc:	<b>440 Wp</b>
Cena:	<b>247,52 zł</b>
Tc Pmax:	<b>-0,26%/°C</b>
Gwarancja:	<b>30 lat</b>
Y1 / rocz.:	<b>1,00% / 0,35%</b>
Produkcja Y1:	<b>422 kWh</b>
30 lat:	<b>12 030 kWh</b>
% w r.30:	<b>89,4%</b>
LCOE:	<b>0,021 zł</b>
Jakość PV Index:	<b>76/100</b>
Wynik oferty:	<b>70,4/100</b>

**WARTO NEGOCJOWAĆ**

+10% → **52,7** Δ 25,7 pkt **78,4** ← -10%

**Powalcz o rabat** - 10% obniżki ceny znacząco podniesie panel w ranking.

 Karta katalogowa

**Jinko Solar**  
JKM465N-48HL4M-BDV-Z2-EU 5

**TOPCON** **BIFACJALNY**

Moc:	<b>465 Wp</b>
Cena:	<b>269,00 zł</b>
Tc Pmax:	<b>-0,29%/°C</b>
Gwarancja:	<b>30 lat</b>
Y1 / rocz.:	<b>1,00% / 0,40%</b>
Produkcja Y1:	<b>441 kWh</b>
30 lat:	<b>12 499 kWh</b>
% w r.30:	<b>88,1%</b>
LCOE:	<b>0,022 zł</b>
Jakość PV Index:	<b>74/100</b>
Wynik oferty:	<b>68,1/100</b>

**WARTO NEGOCJOWAĆ**

+10% → **52,7** Δ 31,5 pkt **84,2** ← -10%

**Powalcz o rabat** - 10% obniżki ceny znacząco podniesie panel w ranking.

 Karta katalogowa

**AIKO**  
AIKO-A450-MAH54Mb 6

**BACK CONTACT**

**NAJWYŻSZA JAKOŚĆ PV INDEX**

Moc:	<b>450 Wp</b>
Cena:	<b>289,00 zł</b>
Tc Pmax:	<b>-0,29%/°C</b>
Gwarancja:	<b>30 lat</b>
Y1 / rocz.:	<b>1,00% / 0,35%</b>
Produkcja Y1:	<b>427 kWh</b>
30 lat:	<b>12 183 kWh</b>
% w r.30:	<b>89,4%</b>
LCOE:	<b>0,024 zł</b>
Jakość PV Index:	<b>79/100</b>
Wynik oferty:	<b>49,4/100</b>

**WARTO NEGOCJOWAĆ**

+10% → **49,4** Δ 10,7 pkt **60,1** ← -10%

**Powalcz o rabat** - 10% obniżki ceny znacząco podniesie panel w ranking.

 Karta katalogowa

**LONGI**  
LR5-54HTB-430M 7

Moc:	<b>430 Wp</b>
Cena:	<b>259,00 zł</b>
Tc Pmax:	<b>-0,29%/°C</b>
Gwarancja:	<b>25 lat</b>
Y1 / rocz.:	<b>1,50% / 0,40%</b>

**Bruk-Bet**  
PEM.BB-400 8

**PERC**

Moc:	<b>400 Wp</b>
Cena:	<b>229,00 zł</b>
Tc Pmax:	<b>-0,32%/°C</b>
Gwarancja:	<b>25 lat</b>

**Tc Pmax** - współczynnik temperaturowy mocy maksymalnej [%/°C]. Mówi o ile spada moc panelu z każdym stopniem powyżej 25°C (STC). Typowo -0,30%/°C. *Mniejsza wartość bezwzględna = lepiej w upale.*

**Y1 / rocz.** - degradacja w pierwszym roku pracy / w każdym kolejnym roku. Karta katalogowa typowo: 2% Y1 + 0,55% rocznie. *Im niższe wartości, tym wolniejsze starzenie.*

**Produkcja Y1** - ile kWh wyprodukuje jeden panel w pierwszym roku eksploatacji, przy zadanej temperaturze pracy i typie instalacji.

**30 lat (kWh)** - łączna produkcja jednego panelu przez 30 lat - po uwzględnieniu degradacji oraz strat temperaturowych.

**% w r. 30** - jaki procent mocy nominalnej zostanie po 30 latach eksploatacji. Np. 85% oznacza, że panel 400 Wp będzie oddawał 340 Wp.

**LCOE** - *Levelized Cost of Energy* = cena panelu / 30-letnia produkcja [waluta/kWh]. Pokazuje "ile kosztuje 1 kWh" wyprodukowana przez ten panel. *Niższy LCOE = lepszy wybór finansowo.*

**Jakość PV Index (0-100)** - *jakość samego panelu, absolutna*. Wskaźnik techniczny modułu obliczany z 6 procentyli całego katalogu (~12 tys. paneli): sprawność (25%), |Tc Pmax| (20%), degradacja roczna (20%), gwarancja mocy końcowa (15%), gęstość mocy W/m<sup>2</sup> (10%), bifacialność (10%). **Ten sam panel ma identyczną Jakość PV Index w każdym raporcie** - nie zależy od zestawu z którym jest porównywany. Odświeżany cyklicznie wraz z rozwojem katalogu.

**Wynik oferty (0-100)** - *ranking konkretnej oferty W TYM zestawie, względny*. Sumuje 4 wymiary z wagami: produkcja 30L (40%) + niski LCOE (35%) + gwarancja (10%) + Jakość PV Index × 15%. Produkcja/LCOE/gwarancja są znormalizowane min-max w obrębie zestawu z 10% podłogą (najgorszy panel zachowuje 10% wagi zamiast 0, dzięki czemu segment pozostaje widoczny). Jakość PV Index trafia tu jako wkład bezwzględny: np. 58/100 → 8,7 pkt do wyniku. Wniosek: **ten sam panel z tą samą ceną może mieć inny "Wynik oferty" w innym zestawie** (bo zmienia się konkurencja), ale jego Jakość PV Index pozostaje stała.

**Wrażliwość na cenę ±10%** - mini-pasek na karcie modułu (sekcja "Karty modułów") pokazujący, jak zmieniłyby się *Wynik oferty* panelu, gdyby jego cena spadła lub wzrosła o 10% (przy stałych cenach pozostałych paneli). Gradient czerwony→żółty→zielony to zakres możliwych wyników, zielony znacznik = wynik bazowy. **Wąski zakres = ranking stabilny** (cena niewiele zmienia). **Szeroki zakres = warto wynegocjować** rabat - 10% obniżki istotnie podniesie panel w rankingu.

**Bazowa produkcja** [kWh/kWp/rok] - ile energii produkuje 1 kWp instalacji rocznie, w warunkach Polski. Wartość zależy od typu instalacji (grunt ~1100, dach południowy ~1050, dach E-W ~950).

### **i** Jak czytać "Wrażliwość na cenę ±10%" na kartach modułów?

Pasek pod każdą kartą modułu pokazuje, jak **Wynik oferty** tego panelu zmieni się, jeśli wynegocjujesz cenę ±10% (przy stałych cenach pozostałych ofert). **Im szerszy kolorowy gradient i większa różnica liczbowa, tym mocniej cena wpływa na ranking** - i tym bardziej opłaca się powalczyć o rabat.

#### **A · RANKING STABILNY**

+10% → **92,5** Δ 2,3 pkt **94,8** ← -10%

Cena nie wpływa istotnie na pozycję - panel zostanie tam, gdzie jest, niezależnie od rabatu. **Negocjacja niewiele zmieni.**

#### **B · UMIARKOWANA WRAŹLIWOŚĆ**

+10% → **78,2** Δ 6,1 pkt **84,3** ← -10%

Negocjacja może podnieść panel o ~6 pkt - może wystarczyć, by zbliżyć go do panelu wyżej w rankingu, ale nie zmieni go drastycznie.

#### **C · WARTO NEGOCJOWAĆ!**

+10% → **62,0** Δ 13,3 pkt **75,3** ← -10%

10% rabatu znacząco podnosi panel w rankingu - może nawet przeskoczyć kilka pozycji. **Powalcz o cenę.**



**Zeskanuj, aby otworzyć raport online**

Pełna interaktywna wersja, możliwość udostępnienia: <https://pvindex.pl/raport-paneli/fbbbe38e-f353-43e1-bacd-85a6a108ad2c>