

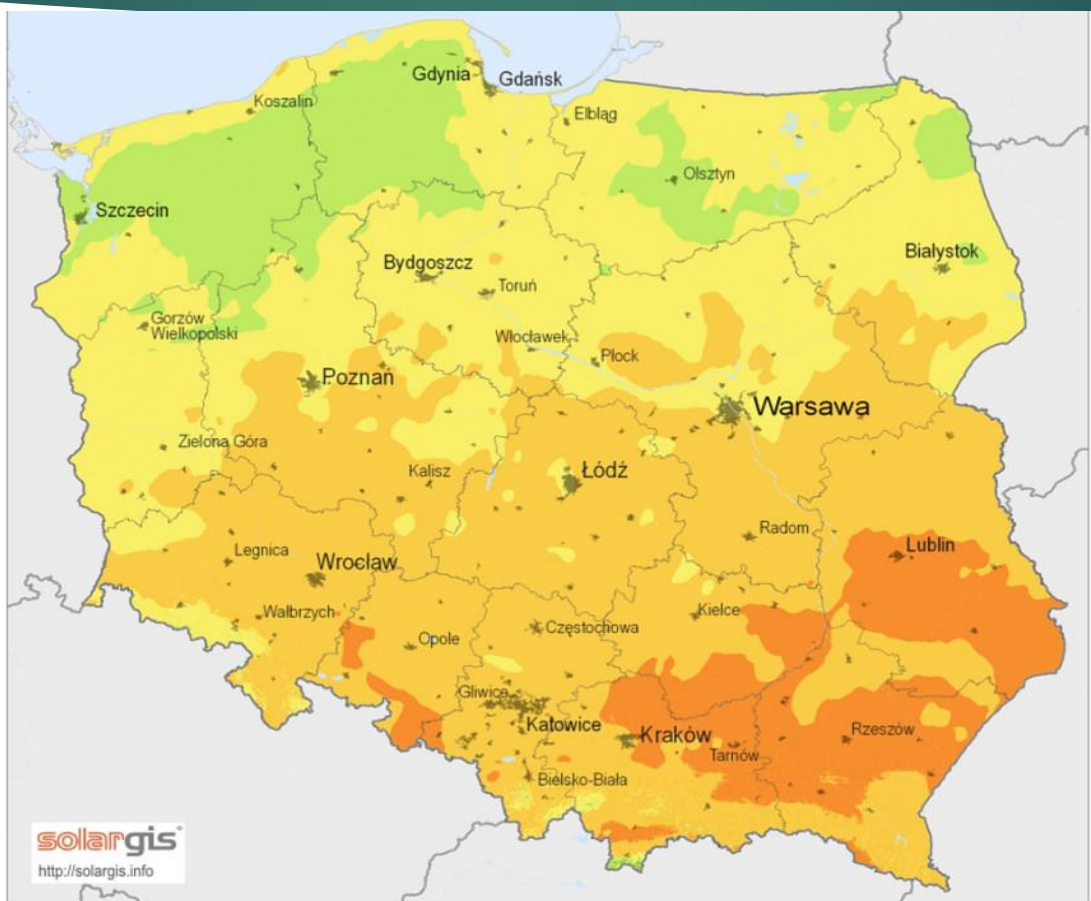
Analiza porównawcza instalacji fotowoltaicznych wykorzystywanych do zasilania gospodarstwa rolnego

MGR INŻ. MAGDALENA TYMIŃSKA

DR INŻ. ZBIGNIEW SKIBKO

PROF. DR HAB. ANDRZEJ BORUSIEWICZ

Mapa globalnego nasłonecznienia w Polsce



Średnia suma roczna (4/2004 - 3/2010)

< 1000 1080 1160 kWh/m²

0 50 100 km

© 2011 GeoModel Solar s.r.o.

Charakterystyka analizowanego układu:

- ▶ Rodzaj instalacji: ON-GRID;
- ▶ Rodzaj montażu: wolnostojący na gruncie lub na dachu;
- ▶ Moc instalacji PV: $\approx < 50$ kWp;
- ▶ Zacienienie: 0 %;
- ▶ Napięcie przyłączeniowe: 400 V;
- ▶ Układ sieciowy: TN-S;

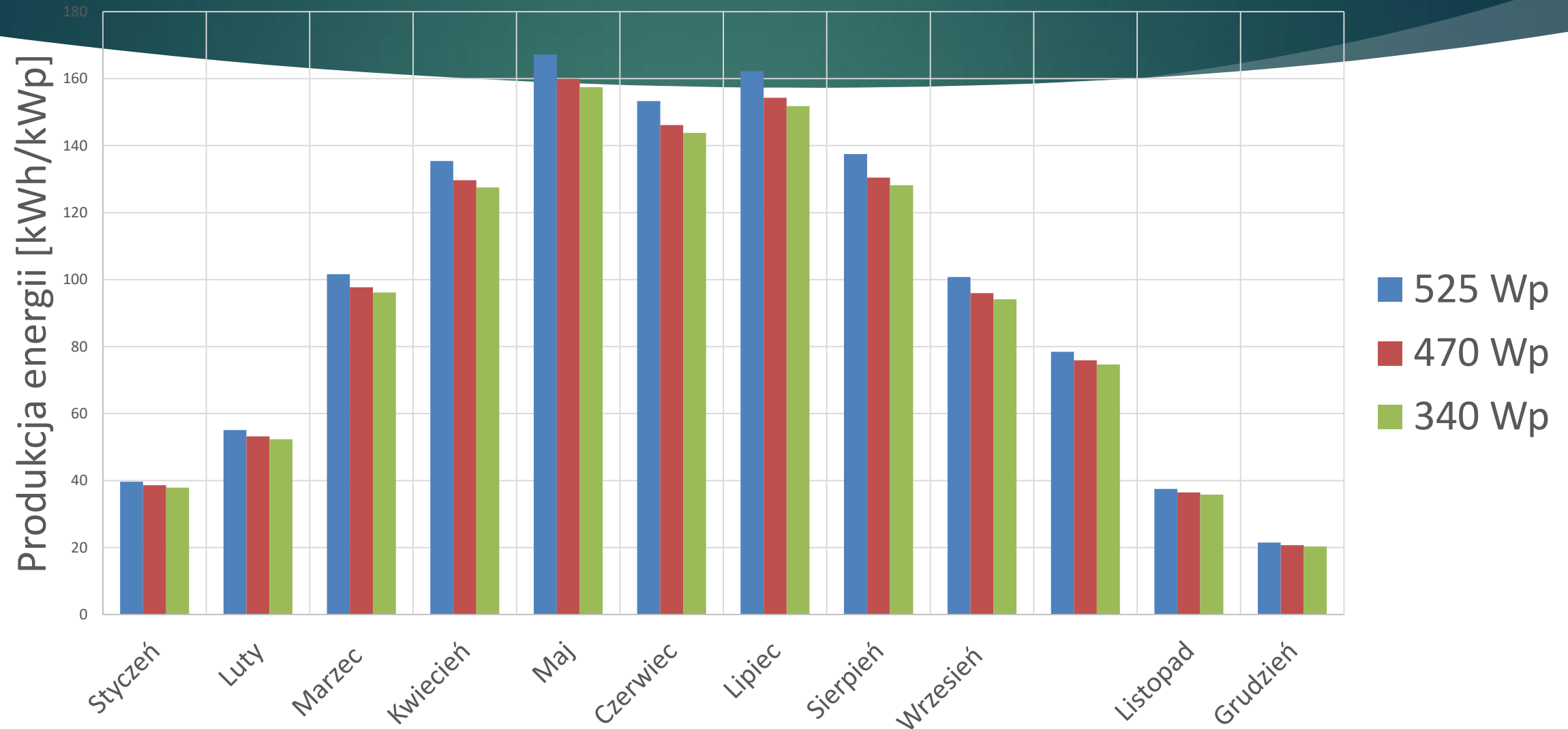
Analiza porównawcza modułów fotowoltaicznych

- ▶ Nachylenie: 35°
- ▶ Orientacja: 180°
- ▶ Przewymiarowanie falownika: 24 %
- ▶ Moduł 525 Wp – typ bifacjalny (dwustronny)
- ▶ Pozostałe moduły – typ monofacjalne (jednostronne)

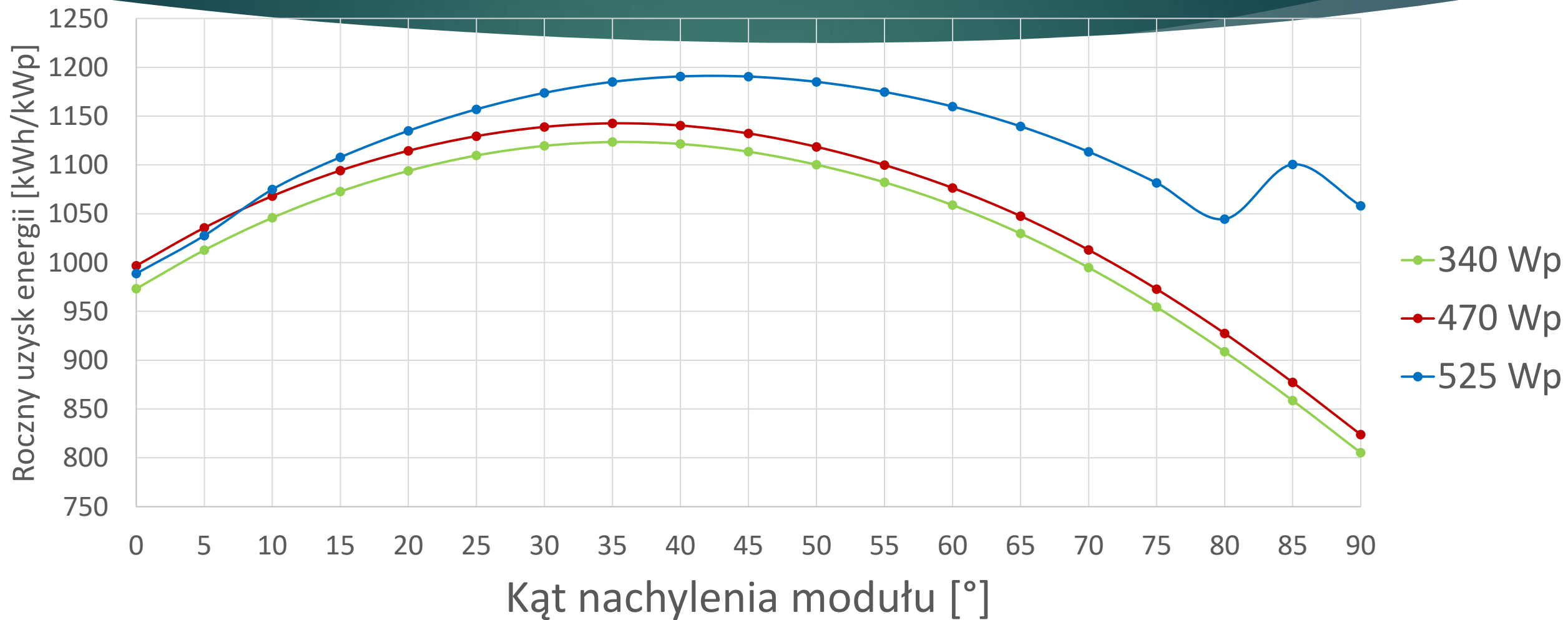
Podstawowe parametry modułów Jinko JKM przyjętych do analizy

| Moc znamionowa | P_{max} | Wp | 340 | 470 | 525 |
|--|---------------|----------|-----------|-----------|------------|
| Napięcie w punkcie mocy maksymalnej | U_{mp} | V | 34,2 | 43,28 | 40,61 |
| Prąd w punkcie mocy maksymalnej | I_{mp} | A | 9,96 | 10,86 | 12,93 |
| Napięcie obwodu otwartego | U_{oc} | V | 41,7 | 52,14 | 49,27 |
| Prąd zwarcia | I_{sc} | A | 10,55 | 11,68 | 13,64 |
| Wydajność | μ | % | 20,15 | 20,93 | 20,36 |
| Temperaturowy współczynnik spadku mocy | $T_{P_{max}}$ | % /°C | - 0,35 | - 0,35 | - 0,35 |
| Wymiary (szerokość/długość) | - | mm | 1002/1684 | 1029/2182 | 1134/ 2274 |

Jednostkowa produkcja energii – konstrukcja naziemna [kWh/kWp]



Jednostkowy roczny uzysk energii – konstrukcja naziemna [kWh/kWp]



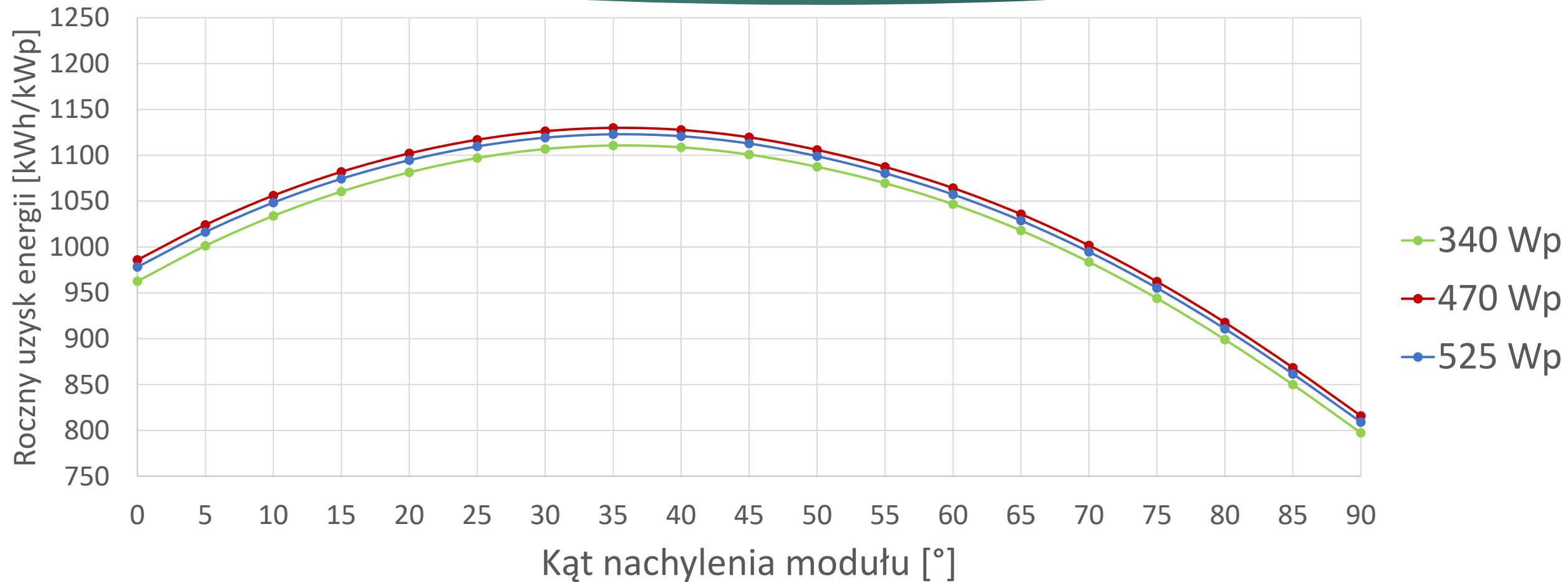
Koszty inwestycyjne modułów fotowoltaicznych wraz z konstrukcją wsporczą wolnostojącą

| Moc znamionowa modułu | Wp | 340 | 470 | 525 |
|--|------|-----------|-----------|-----------|
| Roczna energia wyprodukowana z kWp mocy zainstalowanej | kWh | 1123,51 | 1142,53 | 1190,57 |
| Łączna roczna produkcja energii całej instalacji | kWh | 55 771,04 | 56 920,8 | 58 754,6 |
| Wartość wyprodukowanej rocznej energii | zł | 30 674,10 | 31 306,50 | 32 315,00 |
| Ilość modułów | szt. | 146 | 106 | 94 |
| Koszt pojedynczego modułu wraz z konstrukcją wsporczą | zł | 747,74 | 990,59 | 1 159,18 |
| Łączny koszt modułów i konstrukcji wsporczej | zł | 109 170 | 105 003 | 108 963 |

Porównanie modułów 470 Wp i 525 Wp

| | | |
|--|------------|-----------------|
| Różnica w produkcji modułu 525 Wp i 470 Wp | kWh | 1 833,78 |
| Wartość różnicy produkcji | zł | 1 008,58 |
| Różnica ceny zakupu modułów wraz z konstrukcją wsporczą | zł | 3 960,34 |
| Stopa zwrotu zakupu modułów o większej mocy | lata | 4 |

Jednostkowa produkcja energii – konstrukcja dachowa [kWh/kWp]



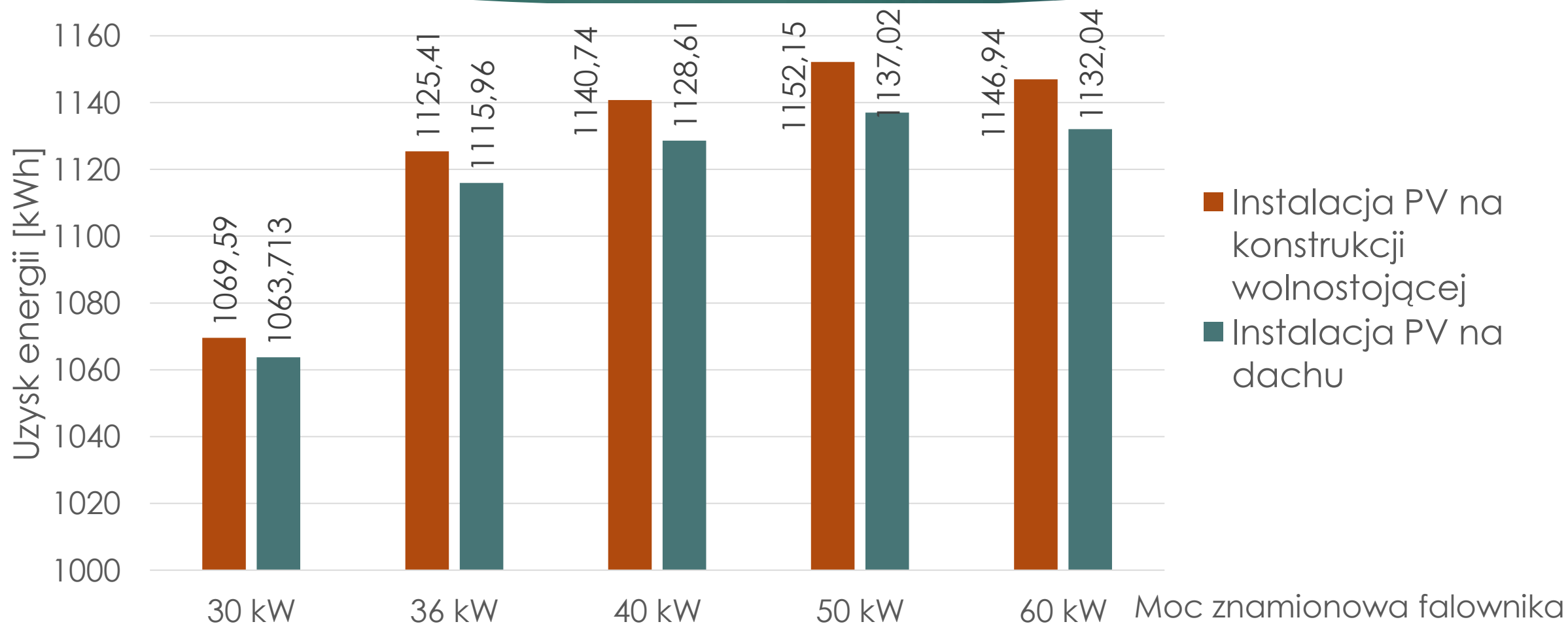
Zestawienie kosztów inwestycyjnych modułów fotowoltaicznych wraz z konstrukcją wsporczą

| Moc znamionowa modułu | Wp | 340 | 470 | 525 |
|--|------|-----------|-----------|-----------|
| Wyprodukowana roczna energia z kWp mocy zainstalowanej | kWh | 1 110,67 | 1 129,87 | 1 122,94 |
| Łączna roczna produkcja energii całej instalacji | kWh | 55 133,7 | 56 290,1 | 55 417,1 |
| Ilość modułów | Szt. | 146 | 106 | 94 |
| Koszt modułu wraz z konstrukcją wsporczą | zł. | 661,64 | 867,59 | 999,28 |
| Łączny koszt modułów i konstrukcji wsporczej | zł. | 96 599,67 | 91 964,84 | 93 932,58 |

Specyfikacja techniczna inwerterów Huawei SUN2000

| Znamionowa moc czynna AC | kW | 30 | 36 | 40 | 50 | 60 |
|-----------------------------------|------|-------|-------|-------|-------|-------|
| Znamionowa moc pozorna AC | kVA | 33 | 40 | 44 | 55 | 66 |
| Znamionowy prąd wyjściowy | A | 43,3 | 52,0 | 57,8 | 72,2 | 86,7 |
| Sprawność maksymalna/euro | % | 98,7/ | 98,7/ | 98,7/ | 98,7/ | 98,7/ |
| | | 98,4 | 98,4 | 98,4 | 98,5 | 98,5 |
| Napięcie startowe | V | 200 | 200 | 200 | 200 | 200 |
| Maksymalne napięcie wejściowe | V | 1100 | 1100 | 1100 | 1100 | 1100 |
| Ilość MPPT/wejść | szt. | 4/2 | 4/2 | 4/2 | 6/2 | 6/2 |
| Maksymalny prąd wejściowy na MPPT | A | 26 | 26 | 26 | 22 | 22 |

Roczny uzysk energii z instalacji o mocy 49,82 kW ułożonej na konstrukcji wolnostojącej oraz dachu



Analiza ekonomiczna doboru falownika dla instalacji PV zamontowanej na konstrukcji wolnostojącej

| Zmiana mocy inwertera | kW | 30 – 36 | 36 – 40 | 40 – 50 | 50 – 60 |
|---|------|----------|---------|----------|----------|
| Różnica w rocznej produkcji energii | kWh | 2780,95 | 763,74 | 568,45 | -259,56 |
| Wartość różnicy w produkcji energii | zł | 1 529,52 | 420,06 | 312,65 | -142,76 |
| Różnica ceny zakupu inwertera | zł | 819,72 | 782,46 | 3 593,03 | 1 595,78 |
| Stopa zwrotu zakupu falownika o większej mocy | lata | <1 | 2 | 12 | - |

Analiza ekonomiczna doboru falownika dla instalacji PV zamontowanej na konstrukcji dachowej

| Zmiana mocy inwertera | kW | 30 – 36 | 36 – 40 | 40 – 50 | 50 – 60 |
|---|------|----------|---------|----------|----------|
| Różnica w rocznej produkcji energii | kWh | 2780,95 | 763,74 | 568,45 | -259,56 |
| Wartość różnicy w produkcji energii | zł | 1 431,62 | 346,62 | 230,44 | -136,46 |
| Różnica ceny zakupu inwertera | zł | 819,72 | 782,46 | 3 593,03 | 1 595,78 |
| Stopa zwrotu zakupu falownika o większej mocy | lata | < 1 | 2,5 | 16 | - |

Ceny zakupu kabla fotowoltaicznego

| Przekrój kabla DC | 2,5 mm ² | 4 mm ² | 6 mm ² | 10 mm ² |
|---|---------------------|-------------------|-------------------|--------------------|
| Cena jednostkowa kabla | 8,94 zł | 3,56 zł | 5,30 zł | 25,07 zł |
| Cena za kabel potrzebny na wykonanie całej instalacji | 3 129 zł | 1 124 zł | 1 855 zł | 8 774,5 zł |

Zysk ze zmiany przekroju kabla DC

| Zmiana przekroju kabla DC | 4 mm ² – 6 mm ² | 6 mm ² – 10 mm ² |
|---|---------------------------------------|--|
| Różnica ceny zakupu kabla | 731 zł | 6 919,5 zł |
| Prosta stopa zwrotu zamontowania kabla o większym przekroju | 58 lat | 699 lat |

Podsumowanie

- ▶ W przypadku instalacji na konstrukcji wolnostojącej największa produkcja energii jest osiągana przy zastosowaniu modułu bifacjalnego zorientowanego na południe i nachylonego pod kątem 40° względem ziemi.
- ▶ W przypadku stosowania modułów jednostronnych największa produktywność występuje przy ustawieniu ich pod kątem 35° .
- ▶ W instalacji projektowanej na dachu, zastosowanie modułów bifacjalnych jest ekonomicznie nieuzasadnione.

Podsumowanie

- ▶ Stosowanie falowników o mocy większej niż moc instalacji fotowoltaicznej jest ekonomicznie nieuzasadnione. Najlepszym rozwiązaniem jest zastosowanie falowników o mocy równej lub o jeden typoszereg mniejszej od sumarycznej mocy paneli.
- ▶ Stosowanie przewodów DC o przekrojach $2,5 \text{ mm}^2$ lub 10 mm^2 jest całkowicie nieuzasadnione ekonomicznie.
- ▶ Połączenia pomiędzy falownikiem a panelami należy wykonywać kablami 4 mm^2 . Zastosowanie kabli 6 mm^2 może się zwrócić dopiero po czasie dłuższym niż zakładana żywotność całej instalacji.

DZIĘKUJĘ ZA UWAGĘ

