

# PORÓWNAWCZE POMIARY ENERGETYCZNE

- PŁYTY GRZEWCZEJ GAZOWEJ,
- PŁYTY GRZEWCZEJ CERAMICZNEJ,
- GRZEWCZEJ INDUKCYJNEJ.

## Wstęp

Praca wykonana na zlecenie **Audytorzy R Laboratoria Świat Jakości AGD.**

## Zakres prac

Według opracowanej metodyki badaniom poddano następujące urządzenia grzewcze:

- 1) Płytę gazową znanego producenta.
- 2) Płytę ceramiczną znanego producenta.
- 3) Płytę indukcyjną znanego producenta.

Zakres prac obejmował:

- 1) Ocenę zmian temperatury na powierzchniach grzejnych.
- 2) Określenie czasu grzania i stygnięcia.
- 3) Zużycie energii elektrycznej/gazu ziemnego.
- 4) Określenie sprawności całkowitej urządzeń.
- 5) Porównanie kosztów gotowania.

Do badań użyto naczyń metalowych o następujących średnicach dna: 122 mm, 143 mm i 220 mm. Do celów grzewczych użyto - jako wsadu - wody z sieci wodociągowej o temperaturze 20°C. Badano czas potrzebny do zagotowania 1 dm<sup>3</sup> wody oraz ilość gazu i energii zużytej do tego celu. Uwzględniono dwa sposoby gotowania: w odkrytym naczyniu oraz w naczyniu przykrytym pokrywką, w cyklu pracy dorywczej(okresowej), w którym przerwy pomiędzy nagrzewaniem kolejnych wsadów są na tyle długie, że płyta stygnie do temperatury bezpiecznej (40°C).

Urządzenia użytkowane były zgodnie z instrukcjami obsługi.

Sprawność całkowitą  $\eta$  urządzenia określono na podstawie wzoru:  $\eta = Q_u/Q_c$ , gdzie:

$Q_u$  - energia (ciepło) użyteczna [J],

$Q_c$  - energia dostarczona do urządzenia [J].

Wartości energii użytecznej  $Q_u$  i dostarczonej  $Q_c$  obliczono według następujących wzorów:

$Q_u = m_w c_w (t_{kw} - t_{pw})$ , gdzie:

$m_w$  - masa wody [kg], przyjęto 1 kg,

$c_w$  - ciepło właściwe wody [kJ/kg·°C], przyjęto 4,19 kJ/kg·°C,

$t_{kw}$  - temperatura końcowa wody [°C], przyjęto 96°C,

$t_{pw}$  - temperatura początkowa wody [°C], przyjęto 20°C,

$Q_c = W_o \cdot Z_g$ , gdzie:

$W_o$  – wartość opałowa gazu wysokometanowego typu E [MJ/m<sup>3</sup>], przyjęto 31,0 MJ/m<sup>3</sup>  
([www.pgnig.pl](http://www.pgnig.pl)),

$Z_g$  – zużycie gazu, wg wskazań licznika [m<sup>3</sup>].

Wyniki pomiarów są wartościami średnimi z pomiarów.

## I. Płyta gazowa.

### 1. Wyniki badań płyty gazowej – palnik 1000W, garnek odkryty.

**Charakterystyka badanego elementu:** palnik 1000W, nastawa maksymalna, garnek o dnie 122 mm, sposób gotowania – w garnku odkrytym.

**Warunki środowiska:** temperatura otoczenia 20[°C], wilgotność względna 38[%], ciśnienie atmosferyczne 990 [hPa], napięcie zasilania 230[V], temp. początkowa wody 20[°C].

Tabela 1. Wyniki badań płyty gazowej – garnek 122 mm, odkryty, palnik 1000W.

Parametr	Wyniki badań (wartości średnie)	Niepewność standardowa pomiaru
Czas nagrzewania wody do temp. 96°C	14 min 43 s	12,2 s
Zużycie gazu	0,0264 m <sup>3</sup>	0,0004 m <sup>3</sup>
Czas stygnięcia płyty grzewczej do 40°C	30 min	-
Sprawność całkowita płyty grzewczej	38,9 %	0,5 %

### 2. Wyniki badań płyty gazowej – palnik 1500W, garnek odkryty.

**Charakterystyka badanego elementu:** palnik 1500W, nastawa maksymalna, garnek o dnie 143 mm, sposób gotowania – w garnku odkrytym.

**Warunki środowiska:** temperatura 20[°C], wilgotność względna 38[%], ciśnienie atmosferyczne 990[hPa], napięcie zasilania 230[V], temp. początkowa wody 20[°C].

Tabela 2. Wyniki badań płyty gazowej – garnek 143 mm, odkryty, palnik 1500W.

Parametr	Wyniki badań (wartości średnie)	Niepewność standardowa pomiaru
Czas nagrzewania wody do temp. 96°C	9 min 11 s	14,9 s
Zużycie gazu	0,0273 m <sup>3</sup>	0,0006 m <sup>3</sup>
Czas stygnięcia płyty grzewczej do 40°C	33 min	-
Sprawność całkowita płyty grzewczej	37,6 %	0,8 %

### 3. Wyniki badań płyty gazowej – palnik 3300W, garnek odkryty.

**Charakterystyka badanego elementu:** palnik 3300W, nastawa maksymalna, garnek o dnie 220 mm, sposób gotowania – w garnku odkrytym.

**Warunki środowiska:** temperatura 20[°C], wilgotność względna 38[%], ciśnienie atmosferyczne 990[hPa], napięcie zasilania 230[V], temp. początkowa wody 20[°C].

Tabela 3. Wyniki badań płyty gazowej – garnek 220 mm, odkryty, palnik 3300W.

Parametr	Wyniki badań (wartości średnie)	Niepewność standardowa pomiaru
Czas nagrzewania wody do temp. 96°C	6 min 05 s	1,5 s
Zużycie gazu	0,0431 m <sup>3</sup>	0,0004 m <sup>3</sup>
Czas stygnięcia płyty grzewczej do 40°C	39 min	-
Sprawność całkowita płyty grzewczej	23,8 %	0,2 %

### 4. Wyniki badań płyty gazowej – palnik 1000W, garnek przykryty.

**Charakterystyka badanego elementu:** palnik 1000W, nastawa maksymalna, garnek o dnie 122 mm, sposób gotowania – w garnku przykrytym.

**Warunki środowiska:** temperatura otoczenia 20[°C], wilgotność względna 38[%], ciśnienie atmosferyczne 990 [hPa], napięcie zasilania 230[V], temp. początkowa wody 20[°C].

Tabela 4. Wyniki badań płyty gazowej – garnek 122 mm, przykryty, palnik 1000W.

Parametr	Wyniki badań (wartości średnie)	Niepewność standardowa pomiaru
Czas nagrzewania wody do temp. 96°C	12 min 30 s	8,9 s
Zużycie gazu	0,0222 m <sup>3</sup>	0,0002 m <sup>3</sup>
Czas stygnięcia płyty grzewczej do 40°C	31 min	-
Sprawność całkowita płyty grzewczej	46,3 %	0,5 %

### 5. Wyniki badań płyty gazowej – palnik 1500W, garnek przykryty.

**Charakterystyka badanego elementu:** palnik 1500W, nastawa maksymalna, garnek o dnie 143 mm, sposób gotowania – w garnku przykrytym pokrywką.

**Warunki środowiska:** temperatura 20[°C], wilgotność względna 38[%], ciśnienie atmosferyczne 990[hPa], napięcie zasilania 230[V], temp. początkowa wody 20[°C].

Tabela 5. Wyniki badań płyty gazowej – garnek 143 mm, z pokrywką, palnik 1500 W.

<b>Parametr</b>	<b>Wyniki badań (wartości średnie)</b>	<b>Niepewność standardowa pomiaru</b>
Czas nagrzewania wody do temp. 96°C	8 min 32 s	7,6 s
Zużycie gazu	0,0247 m <sup>3</sup>	0,0003 m <sup>3</sup>
Czas stygnięcia płyty grzewczej do 40°C	34 min	-
Sprawność całkowita płyty grzewczej	41,6 %	0,3 %

## 6. Wyniki badań płyty gazowej – palnik 3300W, garnek przykryty.

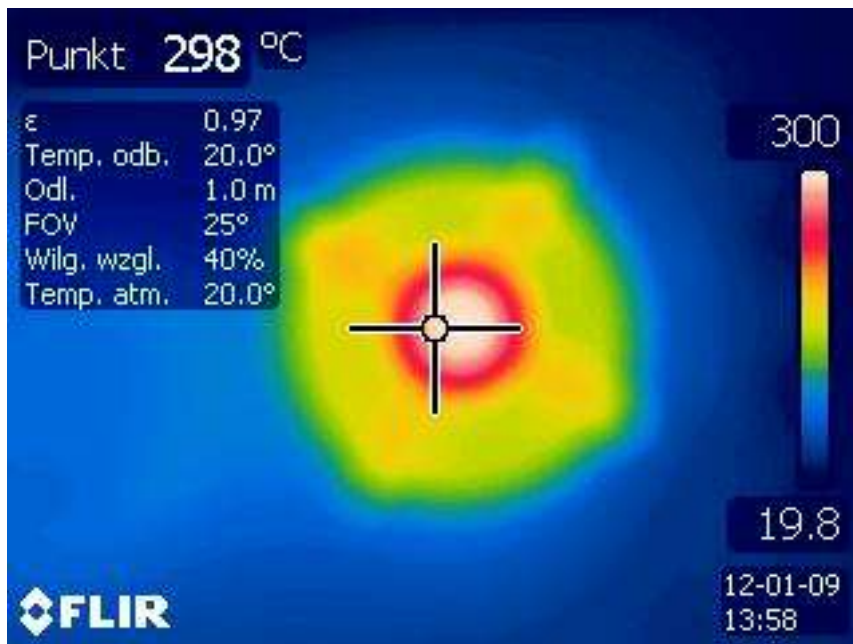
**Charakterystyka badanego elementu:** palnik 3300W, nastawa maksymalna, garnek o dnie 220 mm, sposób gotowania – w garnku przykrytym.

**Warunki środowiska:** temperatura 20[°C], wilgotność względna 38[%], ciśnienie atmosferyczne 990[hPa], napięcie zasilania 230[V], temp. początkowa wody 20[°C].

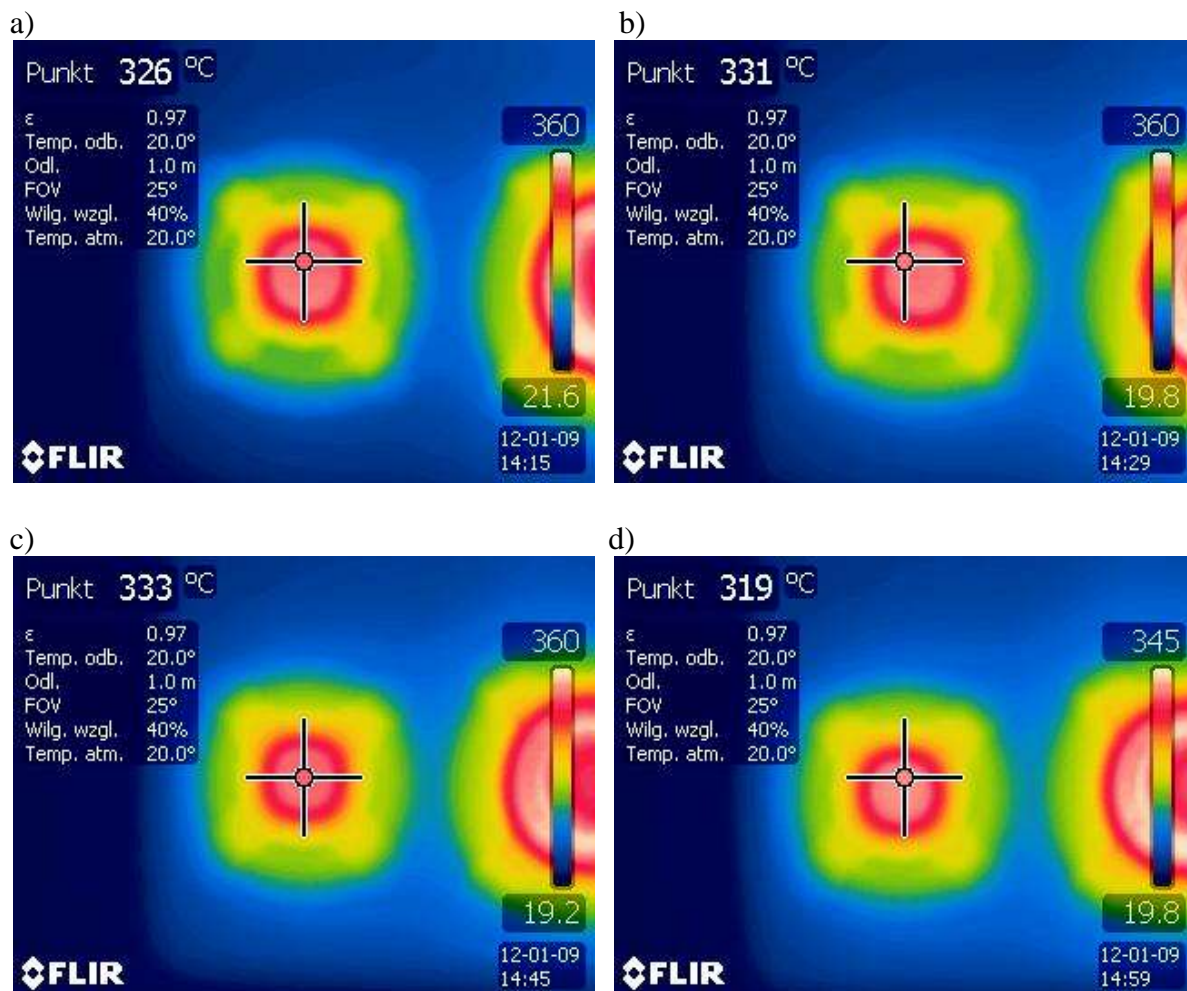
Tabela 6. Wyniki badań płyty gazowej – garnek 220 mm, przykryty, palnik 3300W.

<b>Parametr</b>	<b>Wyniki badań (wartości średnie)</b>	<b>Niepewność standardowa pomiaru</b>
Czas nagrzewania wody do temp. 96°C	4 min 50 s	1,8 s
Zużycie gazu	0,0326 m <sup>3</sup>	0,0005 m <sup>3</sup>
Czas stygnięcia płyty grzewczej do 40°C	40 min	-
Sprawność całkowita płyty grzewczej	31,5 %	0,5 %

Na rysunkach 1÷2 przedstawiono termogramy palników 1 kW i 1,5 kW.

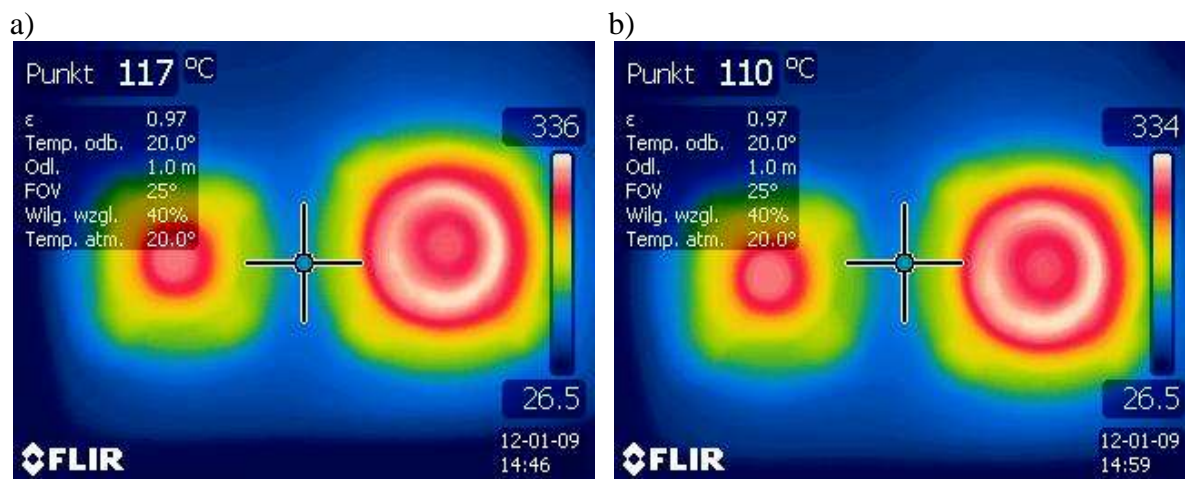


Rys. 1. Termogram palnika o mocy 1 kW po 15 min od momentu włączenia.



Rys.2. Termogram palnika o mocy 1,5 kW: a) po 15 min od momentu włączenia , b) po 30 min od włączenia, c) po 45 min od włączenia, d) po 60 min od włączenia.

Na podstawie analizy termogramów stwierdzono niewielkie zmiany temperatury maksymalnej i minimalnej w czasie badań. Poza strefą palnika stwierdzono szybki spadek temperatury płyty do 19,2°C po 45 min pracy palnika oraz 19,8°C po 60 minutach. Na rysunku 3 przedstawiono termogramy płyty z palnikami o mocy 1,5 i 3,3 kW po 45 i 60 min od włączenia.



Rys. 3. Termogramy płyty z palnikami o mocy 1,5 kW i 3,3 kW: a) po 45 min od włączenia, b) po 60 min od włączenia.

W trakcie badań płyty z palnikami o mocy 1,5 kW i 3,3 kW nie stwierdzono dużego zróżnicowania w rozkładzie temperatury na powierzchni i w obrębie palników.

### Wnioski:

- Analizując przedstawione w tabelach 1÷6 wyniki należy stwierdzić, że w zależności od mocy palnika i sposobu gotowania (w naczyniu odkrytym i przykrytym):
  - rozpiętość czasu gotowania jest 3-krotna: od 4min50s do 14min43s,
  - rozpiętość zużycia gazu jest 2-krotna: od 22,2 dm<sup>3</sup> do 43,1 dm<sup>3</sup>.
- Użycie pokrywek skraca w znaczący sposób czas gotowania oraz zmniejsza zużycie gazu. I tak:
  - czas gotowania skraca się średnio o 14%: od 7% do 21%,
  - zużycie gazu zmniejsza się średnio o 18%: od 10% do 24%,
 przy czym największe oszczędności zanotowano dla palnika o największej mocy – tu przykrycie garnka o dużej powierzchni parowania daje największe oszczędności czasu (21%) i energii (24%).
- Gotowanie na palniku o mocy 3,3 kW („podwójnym”) trwa najkrócej (5÷6min), ale wymaga dostarczenia bardzo dużej ilości gazu co powoduje istotne zmniejszenie jego sprawności - tylko 24% w przypadku naczynia otwartego i 32% dla garnka z pokrywką.
- Czas stygnięcia płyty do temp. 40°C jest porównywalny we wszystkich badanych przypadkach i waha się od 30 do 40 minut, wzrastając wraz z mocą palników.
- Sprawność całkowita palników 1,0 kW i 1,5 kW jest ogólnie na średnim poziomie i waha się od 38% do 46%, natomiast sprawność palnika 3,3 kW jest niska i wynosi od 24% do 32%.

## II. PŁYTA CERAMICZNA

### 1. Wyniki badań płyty ceramicznej – garnek do kuchenek indukcyjnych.

**Charakterystyka badanego elementu:** palnik II (1200W), nastawa 9, typ garnka – do kuchenek indukcyjnych, sposób gotowania – w garnku odkrytym.

**Warunki środowiska:** temperatura 20,2 [°C], wilgotność względna 40 [%], ciśnienie atmosferyczne 1003 [hPa], napięcie zasilania 230[V], temp. początkowa wody 20[°C].

Tabela 1. Wyniki badań płyty ceramicznej – garnek do kuchenek indukcyjnych, odkryty, palnik 1200 W.

Parametr	Wyniki badań	Niepewność standardowa pomiaru
Czas nagrzewania wody do temp. 96°C	15 min 16 s	9,9 s
Zużycie energii elektrycznej	0,164 kWh	0,002 kWh
Czas stygnięcia płyty grzewczej do 40°C	45 min	-
Moc płyty grzewczej podczas grzania	1139 W	17 W

### 2. Wyniki badań płyty ceramicznej – garnek do kuchenek ceramicznych.

a)

**Charakterystyka badanego elementu:** palnik II (1200W), nastawa 9, typ garnka – do kuchenek ceramicznych (o średnicy pola grzewczego), sposób gotowania – w garnku odkrytym.

**Warunki środowiska:** temperatura 19,9[°C], wilgotność względna 40[%], ciśnienie atmosferyczne 1003[hPa], napięcie zasilania 230[V], temp. początkowa wody 20[°C].

Tabela 2. Wyniki badań płyty ceramicznej – garnek do kuchenek ceramicznych I, odkryty, palnik 1200 W.

Parametr	Wyniki badań	Niepewność standardowa pomiaru
Czas nagrzewania wody do temp. 96°C	11 min 31 s	10,7 s
Zużycie energii elektrycznej	0,158 kWh	0,004 kWh
Czas stygnięcia płyty grzewczej do 40°C	37,5 min	-
Moc płyty grzewczej podczas grzania	1164 W	6 W

b)

**Charakterystyka badanego elementu:** palnik II (1200W), nastawa 9, typ garnka – do kuchenek ceramicznych (o średnicy mniejszej od pola grzewczego), sposób gotowania – w garnku odkrytym.

**Warunki środowiska:** temperatura 19,9[°C], wilgotność względna 40[%], ciśnienie atmosferyczne 1003[hPa], napięcie zasilania 230[V], temp. początkowa wody 20[°C].

Tabela 3. Wyniki badań płyty ceramicznej – garnek do kuchenek ceramicznych II, odkryty, palnik 1200 W.

Parametr	Wyniki badań	Niepewność standardowa pomiaru
Czas nagrzewania wody do temp. 96°C	14 min 26 s	10,0 s
Zużycie energii elektrycznej	0,174 kWh	0,002 kWh
Czas stygnięcia płyty grzewczej do 40°C	42,5 min	-
Moc płyty grzewczej podczas grzania	1175 W	5 W

c)

**Charakterystyka badanego elementu:** palnik II (1200W), nastawa 9, typ garnka – do kuchenek ceramicznych (o średnicy pola grzewczego), sposób gotowania – w garnku przykrytym pokrywką.

**Warunki środowiska:** temperatura 21,0[°C], wilgotność względna 38[%], ciśnienie atmosferyczne 980[hPa], napięcie zasilania 230[V], temp. początkowa wody 20[°C]

Tabela 4. Wyniki badań płyty ceramicznej – garnek do kuchenek ceramicznych I, z pokrywką, palnik 1200 W.

Parametr	Wyniki badań	Niepewność standardowa pomiaru
Czas nagrzewania wody do temp. 96°C	10 min 27 s	6,8 s
Zużycie energii elektrycznej	0,134 kWh	0,002 kWh
Czas stygnięcia płyty grzewczej do 40°C	37,5 min	-
Moc płyty grzewczej podczas grzania	1171 W	4 W

Analizując przedstawione wyniki należy zauważyć, że w przypadku gotowania na płycie ceramicznej i palniku o mocy 1200 W:

- najkrócej trwa (10min27s) i najbardziej ekonomiczne jest (0,134 kWh) gotowanie w naczyniu przykrytym (tab.4),
- najdłuższy czas gotowania (15min16s), ale mimo tego nie najwięcej energii (0,164 kWh), zanotowano gotując w naczyniu nie zalecanym do tego typu płyt (tab.1),



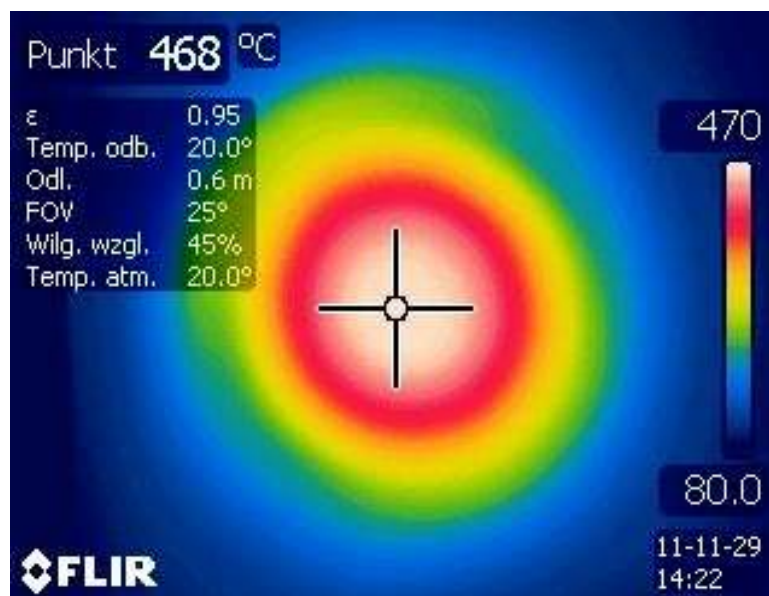
- najwięcej energii elektrycznej zużyto gotując w garnku o wyraźnie mniejszej średnicy dna ( $\varnothing 122$  mm) od średnicy pola grzewczego ( $\varnothing 165$  mm) – 0,174 kWh, co świadczy o tym, że znaczna część energii ogrzewa powietrze wokół naczynia (tab.3),
- gotując pod przykryciem zaoszczędzamy ok.10% czasu oraz ok. 18% energii elektrycznej (tab.2 i 4),
- gotowanie w naczyniach o różnych średnicach dna wykazało, że w przypadku mniejszej średnicy dna w stosunku do średnicy pola grzewczego wydłuża się zarówno czas gotowania, o ok. 25%, jak i zwiększa, o ok.10%, zużycie energii elektrycznej (tab.2 i 3),
- rozbieżności czasu gotowania tej samej ilości wody są znaczące i wynoszą dla wykonanych prób od 10min27s do 15min16s; różnią się prawie 50% (tab.1 i 4),
- rozbieżności w zużyciu energii elektrycznej są także istotne - rzędu 30% - i wahają się od 0,134 kWh do 0,174 kWh (tab.3 i 4).

### Niepewności standardowe pomiarów.

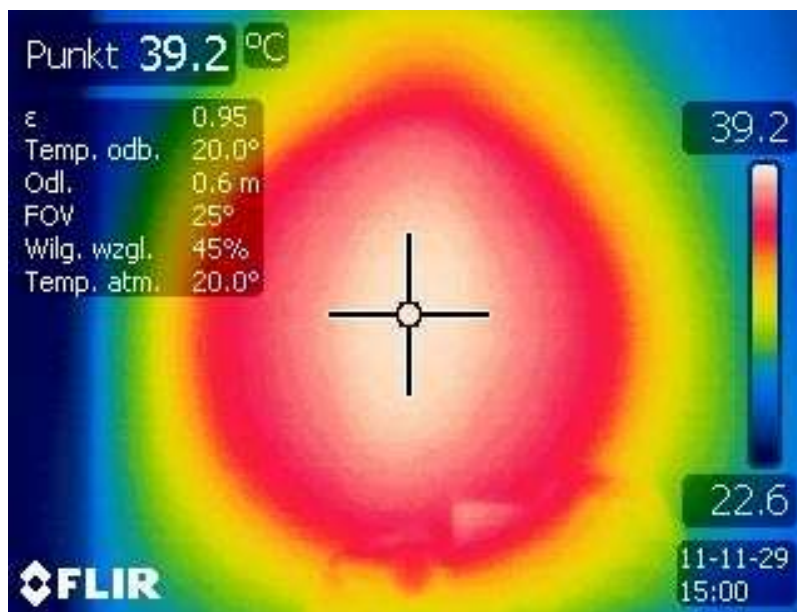
Ponieważ przyrządy pomiarowe stosowane w pomiarach były jednakowe w każdym pomiarze, uwzględniono tylko niepewności standardowe procesu pomiaru.

Niepewność pomiarów czasu jest stosunkowo duża, ponieważ płyta grzewcza ma wbudowany czujnik temperatury, co powoduje częste jej wyłączenie, wydłużając tym samym czas dojścia do założonej temperatury. W przypadku gotowania wody pod przykryciem czas gotowania jest krótszy i różnice czasu są mniejsze, dlatego niepewność pomiarów jest tu mniejsza w stosunku do pozostałych prób.

Na rys. 1 i 2 przedstawiono rozkład temperatury dla płyty ceramicznej dla dwóch jej stanów: pierwszego – bezpośrednio po zagotowaniu wody, wyłączeniu zasilania i zdjęciu garnka z płyty, drugiego – po wystygnięciu płyty do temperatury około 40°C, którą to temperaturę uznano za bezpieczną.



Rys. 1. Rozkład temperatur płyty ceramicznej bezpośrednio po zagotowaniu wody.



Rys. 2. Rozkład temperatur płyty ceramicznej po 38 min. od wyłączenia zasilania.

Analizując przedstawione termogramy należy zauważyć, że płyta ceramiczna nagrzewa się do bardzo wysokiej temperatury osiągającej wartość ok. 470°C. W związku z tym czas stygnięcia tej płyty jest dość długi i wnosi od 35 do 45 minut, przy czym wyższe wartości czasu dotyczą przypadku użycia garnka indukcyjnego, o grubszym dnie.

Dla badanych płyt dokonano także obliczeń sprawności, porównując rzeczywiście zużytą energię elektryczną z jej wartością teoretyczną, niezbędną do zagotowania 1dm<sup>3</sup> wody. Sprawność płyty ceramicznej wyniosła średnio 62%.

Poziom hałasu emitowanego przez płytę w trakcie używania wynosi 54 dBA. W czasie pomiarów poziom tła w laboratorium wynosił 54 dBA, tak więc płyta ceramiczna praktycznie nie hałasuje.

### III. PŁYTA INDUKCYJNA

#### 1. Wyniki badań płyty indukcyjnej – garnek do kuchenek indukcyjnych.

a)

**Charakterystyka badanego elementu:** palnik IV (1500W), nastawa 9, typ garnka – do kuchenek indukcyjnych, sposób gotowania – w garnku odkrytym.

**Warunki środowiska:** temperatura 20,2 [°C], wilgotność względna 40 [%], ciśnienie atmosferyczne 1003 [hPa], napięcie zasilania 230[V], temp. początkowa wody 20[°C].

Tabela 5. Wyniki badań płyty indukcyjnej – garnek do kuchenek indukcyjnych, odkryty, palnik 1500 W.

Parametr	Wyniki badań	Niepewność standardowa pomiaru
Czas nagrzewania wody do temp. 96°C	5 min 02 s	1,7 s
Zużycie energii elektrycznej	0,120 kWh	0,002 kWh
Czas stygnięcia płyty grzewczej do 40°C	15 min	-
Moc płyty grzewczej podczas grzania	1553 W	9 W

b)

**Charakterystyka badanego elementu:** palnik IV Szybkie Gotowanie (2000W), nastawa 9, typ garnka – do kuchenek indukcyjnych, sposób gotowania – w garnku odkrytym.

**Warunki środowiska:** temperatura 19,8 [°C], wilgotność względna 40 [%], ciśnienie atmosferyczne 1003 [hPa], napięcie zasilania 230[V], temp. początkowa wody 20[°C].

Tabela 6. Wyniki badań płyty indukcyjnej – garnek do kuchenek indukcyjnych, odkryty, palnik 2000 W.

Parametr	Wyniki badań	Niepewność standardowa pomiaru
Czas nagrzewania wody do temp. 96°C	3 min 40 s	0,5 s
Zużycie energii elektrycznej	0,116 kWh	0,002 kWh
Czas stygnięcia płyty grzewczej do 40°C	18 min	-
Moc płyty grzewczej podczas grzania	1964 W	5 W

c)

**Charakterystyka badanego elementu:** palnik I Szybkie Gotowanie (2800W), nastawa 9, typ garnka – do kuchenek indukcyjnych, sposób gotowania – w garnku odkrytym.

**Warunki środowiska:** temperatura 19,9 [°C], wilgotność względna 40 [%], ciśnienie atmosferyczne 1004 [hPa], napięcie zasilania 230[V], temp. początkowa wody 20[°C].

Tabela 7. Wyniki badań płyty indukcyjnej – garnek do kuchenek indukcyjnych, odkryty, palnik 2800 W.

Parametr	Wyniki badań	Niepewność standardowa pomiaru
Czas nagrzewania wody do temp. 96°C	2 min 32 s	1,8 s
Zużycie energii elektrycznej	0,108 kWh	0,002 kWh
Czas stygnięcia płyty grzewczej do 40°C	17 min	-
Moc płyty grzewczej podczas grzania	2698 W	27 W

d)

**Charakterystyka badanego elementu:** palnik IV(1500W), nastawa 9, typ garnka – do kuchenek indukcyjnych, sposób gotowania – w garnku przykrytym pokrywką.

**Warunki środowiska:** temperatura 21 [°C], wilgotność względna 38 [%], ciśnienie atmosferyczne 980 [hPa], napięcie zasilania 230[V], temp. początkowa wody 20[°C].

Tabela 8. Wyniki badań płyty indukcyjnej – garnek do kuchenek indukcyjnych, z pokrywką, palnik 1500 W.

Parametr	Wyniki badań	Niepewność standardowa pomiaru
Czas nagrzewania wody do temp. 96°C	4 min 22 s	1,2 s
Zużycie energii elektrycznej	0,098 kWh	0,002 kWh
Czas stygnięcia płyty grzewczej do 40°C	17 min	-
Moc płyty grzewczej podczas grzania	1505 W	10 W

## 2. Wyniki badań płyty indukcyjnej – garnek do kuchenek ceramicznych.

**Charakterystyka badanego elementu:** palnik IV (1500W), nastawa 9, typ garnka – do kuchenek ceramicznych ( o średnicy pola grzewczego), sposób gotowania – w garnku odkrytym.

**Warunki środowiska:** temperatura 21 [°C], wilgotność względna 38 [%], ciśnienie atmosferyczne 1003 [hPa], napięcie zasilania 230[V], temp. początkowa wody 20[°C].

Tabela 9. Wyniki badań płyty indukcyjnej – garnek do kuchenek ceramicznych I, odkryty, palnik 1500 W.

Parametr	Wyniki badań	Niepewność standardowa pomiaru
Czas nagrzewania wody do temp. 96°C	4 min 27 s	5,6 s
Zużycie energii elektrycznej	0,108 kWh	0,002 kWh
Czas stygnięcia płyty grzewczej do 40°C	15 min	-
Moc płyty grzewczej podczas grzania	1576 W	20 W

Analizując przedstawione wyniki, dotyczące gotowania na płycie indukcyjnej, należy stwierdzić, że:

- czas gotowania i zużyta przy tym energia elektryczna zależą od mocy palnika, przy czym różnice czasu są bardzo duże, natomiast energii małe. I tak, prawie dwukrotne zwiększenie mocy palnika (z 1500 W do 2800 W) powoduje dwukrotne skrócenia czasu gotowania (z 5min2s do 2min 32s), natomiast zużycie energii elektrycznej jest także mniejsze, ale różni się tylko o ok. 8% (tab. 5 i 7),
- gotowanie w naczyniu przykrytym skraca ten czas o ok. 13% i zużycie energii elektrycznej o ok.17% (tab. 5 i 8),
- rozbieżności czasu i energii dotyczące gotowania na tym samym palniku o mocy 1500 W , w zależności od rodzaju garnka i sposobu gotowania, wynoszą:
  - od 4min 22s do 5min 2s, czyli ok.15% oraz,
  - od 0,098 kWh do 0,120 kWh, tj. o 20% (tab. 8 i 5),
- zaskakujące może być to, że mniej zużyto energii i szybciej gotowała się woda w naczyniu, które zostało zakupione dla płyty ceramicznej. Wniosek stąd taki, że naczynie to wykonane jest z dobrego ferromagnetyku, a ponieważ miało cieńsze dno (w porównaniu z naczyniem indukcyjnym) to omawiany czas był krótszy i zużyta energia mniejsza (tab.5 i 9).

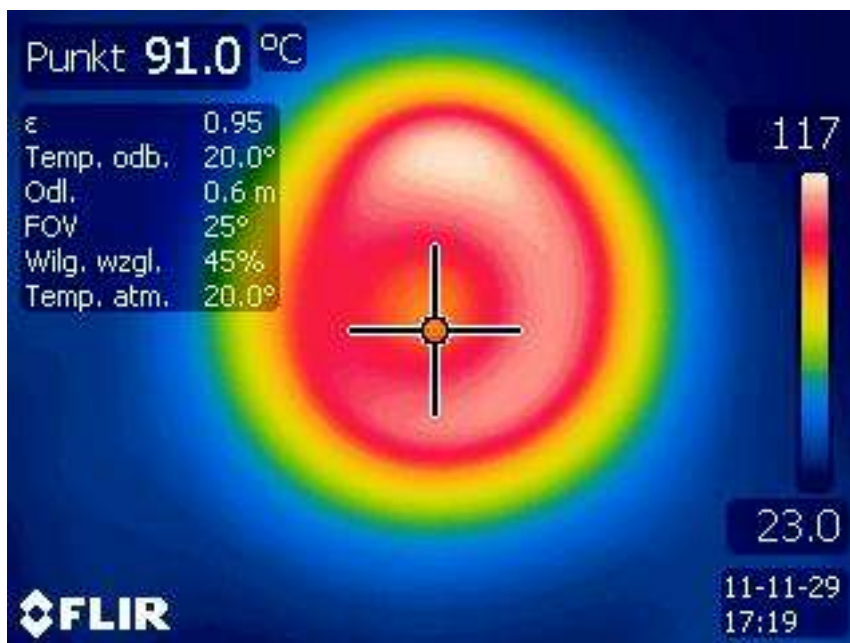
#### **Niepewności standardowe pomiarów.**

Ponieważ przyrządy pomiarowe stosowane w pomiarach były jednakowe w każdym pomiarze, uwzględniono tylko niepewności standardowe procesu pomiaru, gdzie:

u(t) – niepewność standardowa pomiaru czasu,

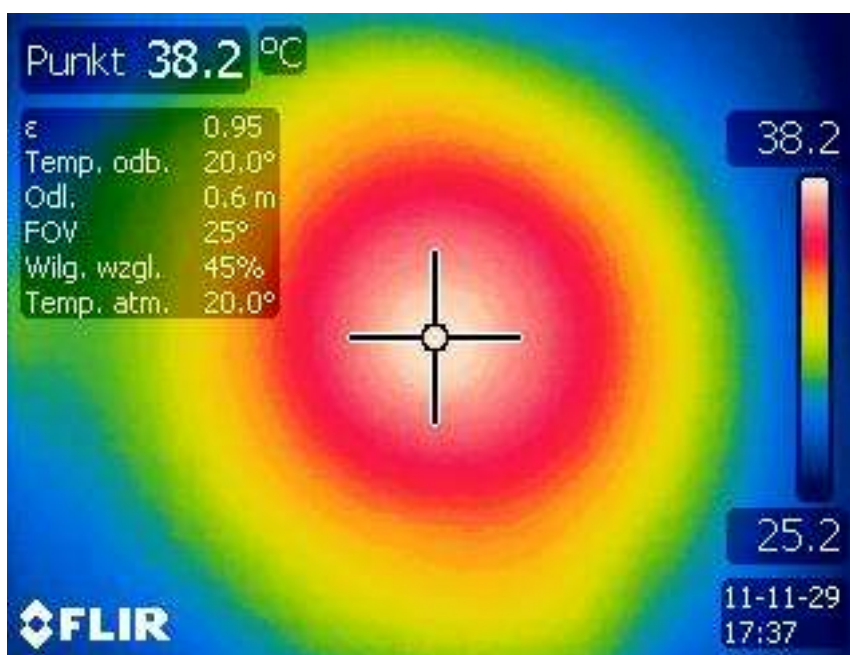
u(P) – niepewność standardowa pomiaru zużytej energii elektrycznej.

Na rys. 3 i 4 przedstawiono rozkład temperatur na płycie indukcyjnej po zdjęciu naczynia (temp. 91<sup>0</sup>C) i po 18. minutach od wyłączenia zasilania (temp. 38,2<sup>0</sup>C). Parametry pomiaru zamieszczono na termogramach.



Rys. 3. Rozkład temperatur płyty indukcyjnej bezpośrednio po zdjęciu naczynia.

Zakres temperatury w mierzonym obszarze wynosi od 23°C do 117°C, a w punkcie oznaczonym krzyżykiem 91°C.



Rys. 4. Rozkład temperatury płyty indukcyjnej po 18 min. od zdjęcia naczynia.

Po 18. minutach od zdjęcia naczynia stwierdzono rozkład temperatury na powierzchni płyty indukcyjnej w zakresie od 25,2°C do 38,2°C a w punkcie centralnym, oznaczonym krzyżykiem, 38,2°C.

Sprawność płyty indukcyjnej wyniosła średnio 95% dla badanych palników.

Poziom hałas emitowanego przez płytę w trakcie używania wynosi 62 dBA, przy poziomie tła w laboratorium 54 dBA.

#### IV. BADANIA PORÓWNAWCZE PŁYT GRZEWczyCH

Uznano bowiem, że w przypadku wykorzystania różnych źródeł ciepła (energii elektrycznej i gazu ziemnego) porównanie kWh i m<sup>3</sup> musi odbywać się w sposób pozwalający te różnice uwzględnić: wspólnym współczynnikiem jest cena rynkowa dostaw energii i gazu.

Przyjęto do przeliczeń kosztów gotowania wg cen jednostkowych zużycie brutto kilowatogodziny energii elektrycznej i zużycie jednego metra sześciennego gazu (gaz w sieci).

Przyjęto najbardziej popularne w indywidualnych gospodarstwach domowych taryfy:

- G11 dla dostaw energii elektrycznej,

- W-1 dla dostaw gazu ziemnego wysokometanowego typu E.

Ceny oparto na wyciągach z taryf dla woj. mazowieckiego, przyjmując 0,5563 zł/1kWh i 2,0756 zł/m<sup>3</sup>. Koszt = ilość zużytej energii el./gazu x cena jednostkowa brutto energii el./gazu.

Koszt podgrzania 1 dm<sup>3</sup> wody od 20°C do 96°C dla badanych rodzajów płyt grzewczych przedstawiono w tabeli nr 7.

Tabela 7. Koszt zagotowania 1 dm<sup>3</sup> wody dla różnych rodzajów płyt grzewczych [ wartości podane w groszach].

Rodzaj płyty	Moc palnika						
	1000 W	1200 W	1500 W	1800 W	2000 W	2800 W	3300 W
<b>Płyta ceramiczna</b> a- garnek przykryty b- garnek odkryty		7,45 8,79		9,01 9,57			
<b>Płyta indukcyjna</b> a- garnek przykryty b- garnek odkryty			5,45 6,68		6,45	6,23 6,23	
<b>Płyta gazowa</b> a- garnek przykryty b- garnek odkryty	4,61 5,48		5,13 5,67				6,77 8,95

#### Wnioski:

1. Najniższy koszt zagotowania 1 dm<sup>3</sup> wody na płycie gazowej wynosi 4,61 gr, na płycie indukcyjnej 5,45 gr, a na płycie ceramicznej 7,45 gr. Porównywany koszt różni się dla płyt gazowej i indukcyjnej o ok. 20 %, natomiast dla płyty ceramicznej koszt jest większy o 40-60 % w porównaniu do pozostałych płyt.
2. Najdrożej kosztuje podgrzanie wsadu na płycie ceramicznej – 9,57 gr, ale niewiele mniej także na palniku gazowym 3,3 kW – 8,95 gr. Ten ostatni wynik może być zaskoczeniem i wymaga bliższej analizy budowy tego typu palnika oraz jego wykorzystania. Jest to

bowiem palnik „podwójny”, składający się niejako z dwóch palników pracujących równocześnie. Zużycie gazu przez ten palnik jest bardzo duże, a jednocześnie jego sprawność całkowita bardzo mała. Być może podgrzanie większej ilości wsadu lub gotowanie w cyklu ciągłym zmieni te wyniki, ale wymaga to dodatkowych badań i analiz.

3. Gotowanie w naczyniu otwartym i pod przykryciem ma istotny wpływ na koszt tego procesu : różnica wynosi średnio 19%. I tak:
  - dla płyty ceramicznej jest to różnica 1,34 gr (15%),
  - dla indukcyjnej różnica wynosi 1,23 gr (18%), a
  - dla płyty gazowej 2,18 gr (24%).
4. Płyta indukcyjna wykazuje najmniejszy rozrzut kosztu gotowania 1 dm<sup>3</sup> wody, od 5,45gr do 6,68 gr, pomimo bardzo dużych różnic mocy palników – od 1500 W do 2800 W.
5. Wzrost mocy palników płyty ceramicznej i gazowej powoduje wzrost kosztu gotowania, natomiast dla płyty indukcyjnej zależność ta nie jest tak jednoznaczna, a nawet rzecz można iż jest odwrotnie: im moc palnika jest większa tym badany koszt jest mniejszy!

### **Syntetyczne porównanie płyt grzewczych:**

#### **A. Czas gotowania**

- najkrótszy : 2min30s – płyta indukcyjna
- najdłuższy: 15min16s – płyta ceramiczna

#### **B. Czas stygnięcia**

- najkrótszy: 15min - płyta indukcyjna
- najdłuższy: 45min – płyta ceramiczna

#### **C. Zużycie energii el./gazu ziemnego**

- najmniejsze: 0,098 kWh – płyta indukcyjna  
0,0222 m<sup>3</sup> - płyta gazowa
- największe: 0,172 kWh - płyta ceramiczna  
0,0431 m<sup>3</sup> - płyta gazowa

#### **D. Sprawność całkowita**

- najmniejsza: 24% - płyta gazowa
- największa : 90% - płyta indukcyjna

#### **E. Koszt gotowania**

- najmniejszy: 4,61 gr – płyta gazowa
- największy: 9,57 gr – płyta ceramiczna

### **Podsumowanie.**

#### **Płyta indukcyjna** odznacza się:

- najkrótszymi czasami gotowania i stygnięcia,
- najmniejszym zużyciem energii elektrycznej,
- największą sprawnością całkowitą,



- niskim, zbliżonym do najmniejszego, kosztem gotowania.

**Płyta ceramiczna** charakteryzuje się;

- najdłuższymi czasami gotowania i stygnięcia,
- największym zużyciem energii elektrycznej,
- najwyższym kosztem gotowania,
- sprawnością na średnim poziomie.

**Płyta gazowa** ma:

- dużą rozpiętość zużycia gazu na poszczególnych palnikach,
- najmniejszą sprawność całkowitą,
- najniższy koszt gotowania.

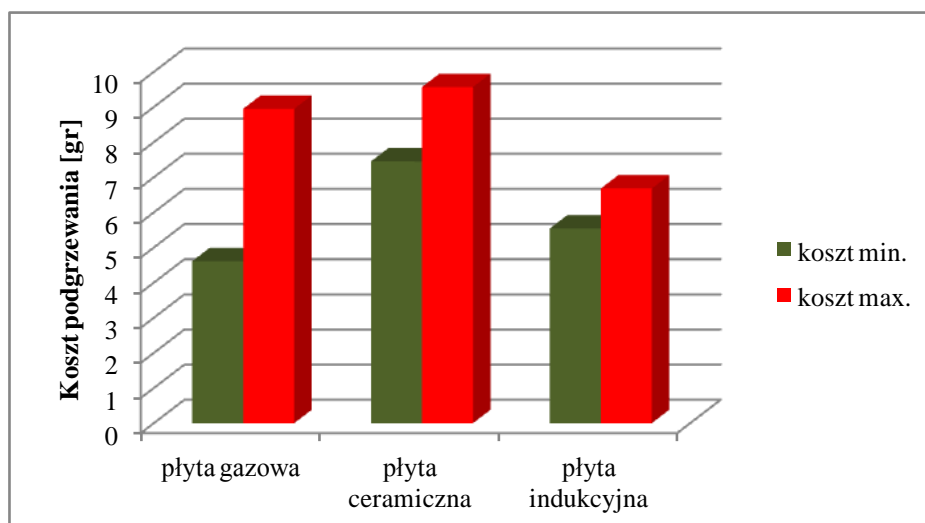
**Niepewności standardowe pomiarów.**

Ponieważ przyrządy pomiarowe stosowane w pomiarach były jednakowe w każdym pomiarze, uwzględniono tylko niepewności standardowe procesu pomiaru.

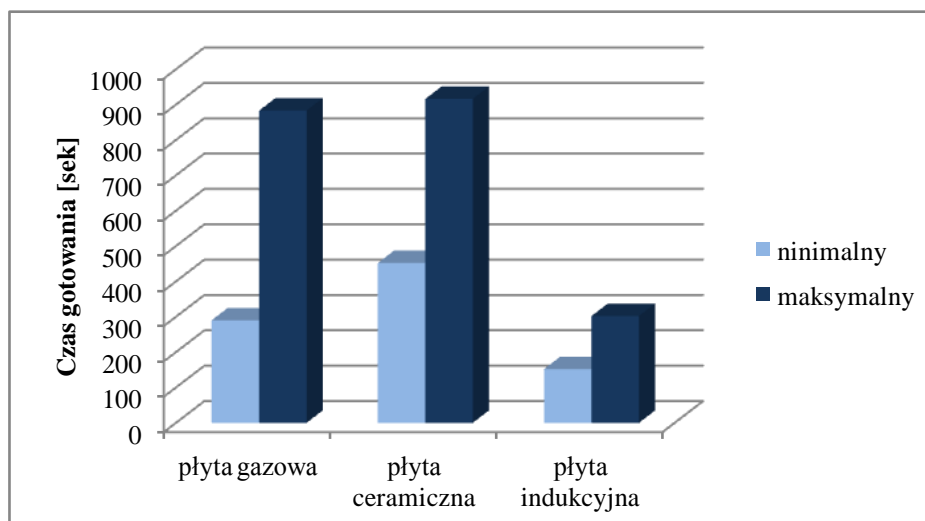
Niepewność pomiarów dla badanych przypadków jest mała co świadczy o dużej stabilności przebiegających procesów. W przypadku gotowania wody pod przykryciem oraz na palniku dużej mocy czas gotowania jest dużo krótszy i różnice czasu są mniejsze, dlatego niepewność pomiarów jest tu mniejsza w stosunku do pozostałych prób.

**Parametry porównawcze eksploatacyjne.**

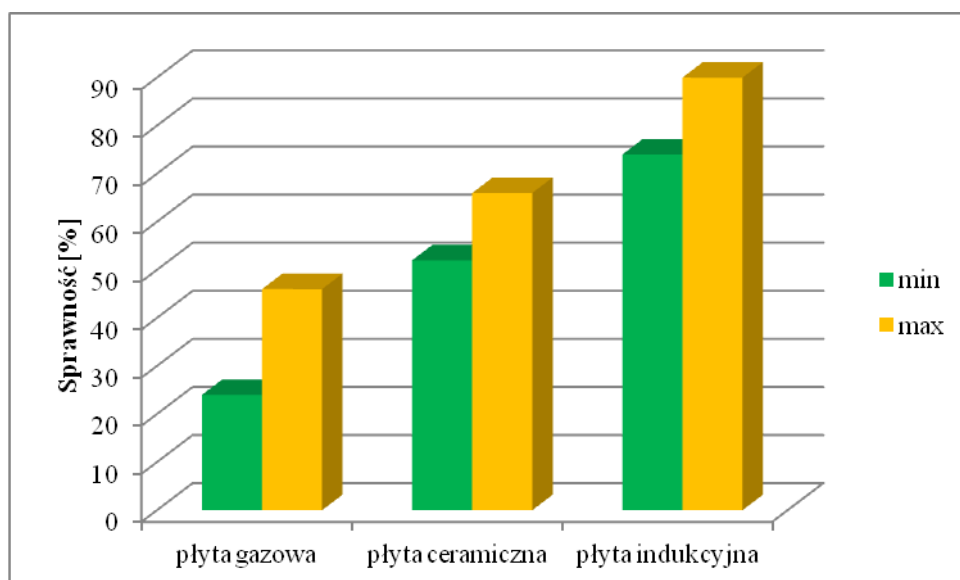
Na rysunkach 4÷6 przedstawiono porównanie parametrów eksploatacyjnych badanych urządzeń.



Rys. 4. Porównanie kosztów podgrzewania dla badanych urządzeń.



Rys. 5. Porównanie czasów gotowania dla badanych urządzeń.



Rys. 6. Porównanie sprawności całkowitej badanych urządzeń.