

Projekt współfinansowany ze środków Europejskiego Funduszu Rozwoju Regionalnego w ramach Wielkopolskiego Regionalnego Programu Operacyjnego na lata 2014-2020. Oś priorytetowa 1 „Innowacyjna i konkurencyjna gospodarka”. Projekt pt. „Zbudowanie potencjału innowacyjnego przedsiębiorstwa Nestin sp. z o.o. dzięki wsparciu badań przemysłowych nad działaniem układów solarnych i zastosowaniem wyników w technologiach ICT”. Dotyczy RPWP.01.2.00-30-0066/17-00

RAPORT

Z PRZEPROWADZONYCH

BADAŃ PRZEMYSŁOWYCH

Opracowali:

dr inż. Karolina Mazurkiewicz

Maria Bielicka

Maciej Jodko

Projekt współfinansowany ze środków Europejskiego Funduszu Rozwoju Regionalnego w ramach Wielkopolskiego Regionalnego Programu Operacyjnego na lata 2014-2020. Oś priorytetowa 1 „Innowacyjna i konkurencyjna gospodarka”. Projekt pt. „Zbudowanie potencjału innowacyjnego przedsiębiorstwa Nestin sp. z o.o. dzięki wsparciu badań przemysłowych nad działaniem układów solarnych i zastosowaniem wyników w technologiach ICT”. Dotyczy RPWP.01.2.00-30-0066/17-0

1. Przedmiot opracowania

Przedmiotem opracowania są dwa stanowiska badawcze, służące do podgrzewania zimnej wody wodociągowej w celu zaopatrzenia instalacji wodociągowej w ciepłą wodę użytkową (nazywaną dalej w skrócie c.w.u.) zlokalizowane w budynkach jednorodzinnych oddalonych od siebie o mniej niż 30 km. Budynki jednorodzinne, w którym znajdują się stanowiska badawcze, są zamieszkiwane przez cztery osoby w sposób ciągły (nie są zamieszkiwane sezonowo). Gospodarstwa domowe składają się z 2 osób dorosłych w wieku 30-50 lat żyjących z dwojgiem dzieci w wieku do 18 roku życia. Oba budynki zostały wyposażone w kolektory słoneczne o takich samych wielkościach i parametrach, które zostały zamontowane pod takim samym kątem nachylenia.

2. Cel opracowania

Celem opracowania jest ocena pracy instalacji badawczych zaopatrujących budynki jednorodzinne w c.w.u. w przypadku obu stanowisk badawczych oraz analiza porównawcza uzyskanych wyników. Ocena pracy instalacji została wykonana na podstawie analizy danych pochodzących z ciepłomierzy i wodomierzy zainstalowanych na instalacjach zlokalizowanych w stworzonych stanowiskach badawczych. Analizowane dane były zarejestrowane z krokiem czasowym wynoszącym 1 h w okresie od kwietnia 2019 do sierpnia 2020.

3. Zakres opracowania

W zakres opracowania wchodzi:

- analiza danych z ciepłomierzy, w tym ilości energii potrzebnej na podgrzanie c.w.u., a także temperatury zasilania i powrotu dla instalacji solarnej oraz instalacji kotła gazowego;
- analiza danych z wodomierza określających ilość zużytej c.w.u.;
- podsumowanie i wnioski.

Projekt współfinansowany ze środków Europejskiego Funduszu Rozwoju Regionalnego w ramach Wielkopolskiego Regionalnego Programu Operacyjnego na lata 2014-2020. Oś priorytetowa 1 „Innowacyjna i konkurencyjna gospodarka”. Projekt pt. „Zbudowanie potencjału innowacyjnego przedsiębiorstwa Nestin sp. z o.o. dzięki wsparciu badań przemysłowych nad działaniem układów solarnych i zastosowaniem wyników w technologiach ICT”. Dotyczy RPWP.01.2.00-30-0066/17-0

4. Podstawa opracowania

Podstawę opracowania stanowią:

- projekt pod tytułem: „Zbudowanie potencjału innowacyjnego przedsiębiorstwa Nestin sp. z o.o. dzięki wsparciu badań przemysłowych nad działaniem układów solarnych i zastosowaniem wyników w technologiach ICT”, realizowany w ramach działania 1.2 „Wzmocnienie potencjału innowacyjnego przedsiębiorstw Wielkopolski” w ramach Wielkopolskiego Regionalnego Programu Operacyjnego na lata 2014-2020;
- ustalenia z narad odbywających z udziałem osoby odpowiedzialnej za nadzór merytoryczny oraz specjalisty z zakresu OZE
- przepisy prawne i obowiązujące rozporządzenia w zakresie instalacji c.w.u., instalacji solarnych oraz kotłów gazowych;
- obowiązujące przepisy oraz zasady wiedzy technicznej;

5. Opis stanowiska badawczego

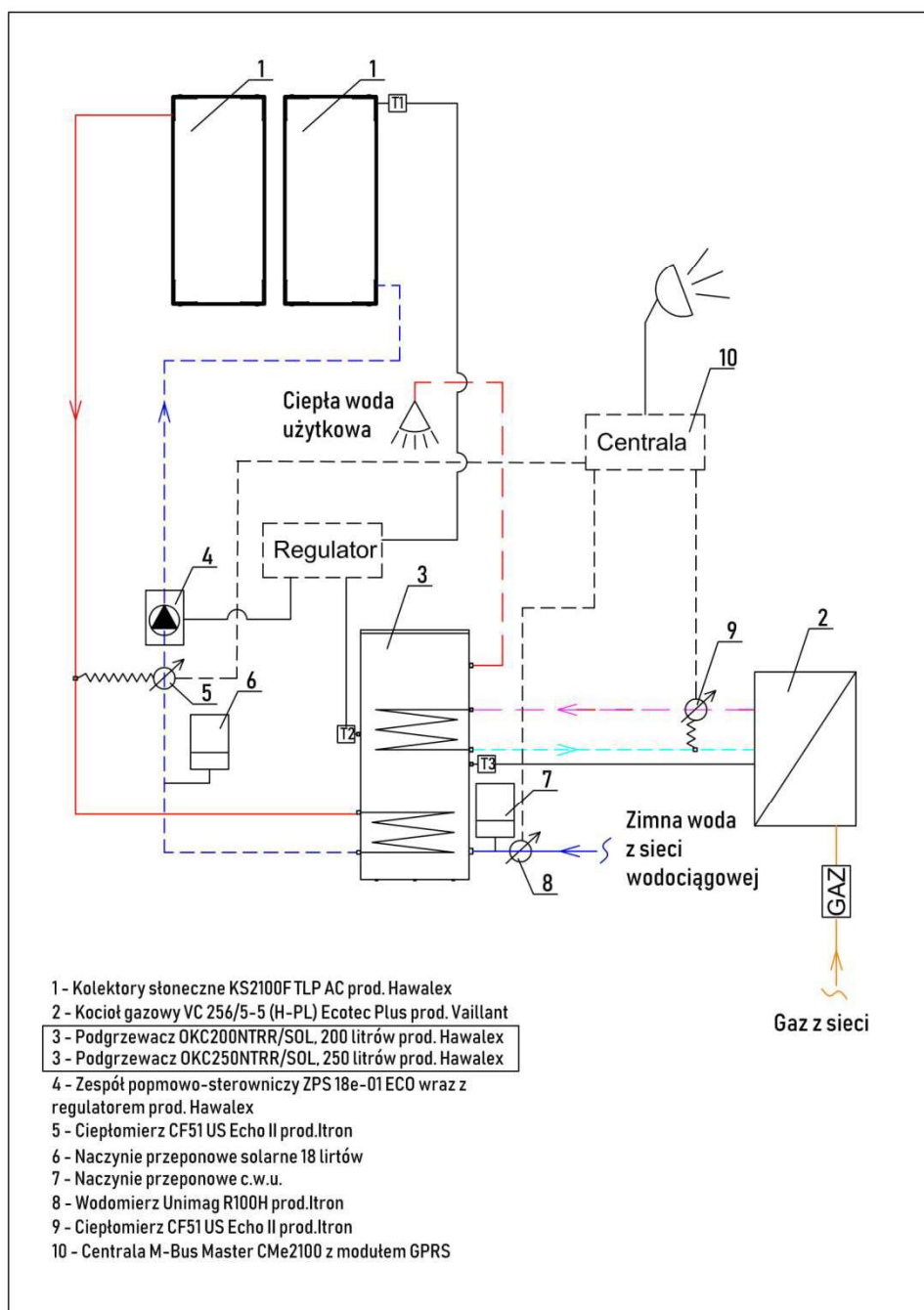
Stanowiska badawcze składają się z dwóch płaskich kolektorów słonecznych o łącznej powierzchni ok. 4,1 m² i kotła gazowego (jako źródła ciepła), zasobnika na c.w.u. , zespołu pompowo-sterowniczego, naczynia przeponowego, ciepłomierzy i wodomierzy oraz automatycznego urządzenia rejestrującego pochodzące z nich dane (centrala M-Bus).

Stanowiska badawcze różnią się między sobą wielkością zasobnika ciepłej wody użytkowej. Na stanowisku badawczym numer 1 zastosowano zasobnik o pojemności 200 litrów, natomiast na stanowisku numer 2 zamontowano zasobnik o pojemności 250 litrów. Kolektory zamontowano tak, aby ich powierzchnie były skierowane w kierunku południowym pod kątem 45 stopni. Sposób mocowania kolektorów na dachu wykonano w oparciu o wytyczne otrzymane od producenta kolektorów słonecznych.

Projekt współfinansowany ze środków Europejskiego Funduszu Rozwoju Regionalnego w ramach Wielkopolskiego Regionalnego Programu Operacyjnego na lata 2014-2020. Oś priorytetowa 1 „Innowacyjna i konkurencyjna gospodarka”. Projekt pt. „Zbudowanie potencjału innowacyjnego przedsiębiorstwa Nestin sp. z o.o. dzięki wsparciu badań przemysłowych nad działaniem układów solarnych i zastosowaniem wyników w technologiach ICT”. Dotyczy RPWP.01.2.00-30-0066/17-0

Pojedyncze stanowisko badawcze zostało wykonane zgodnie z poniższym schematem.

Rys. 5.1. Schemat stanowiska badawczego



Projekt współfinansowany ze środków Europejskiego Funduszu Rozwoju Regionalnego w ramach Wielkopolskiego Regionalnego Programu Operacyjnego na lata 2014-2020. Oś priorytetowa 1 „Innowacyjna i konkurencyjna gospodarka”. Projekt pt. „Zbudowanie potencjału innowacyjnego przedsiębiorstwa Nestin sp. z o.o. dzięki wsparciu badań przemysłowych nad działaniem układów solarnych i zastosowaniem wyników w technologiach ICT”. Dotyczy RPWP.01.2.00-30-0066/17-0

W skład elementów stanowisk badawczych wchodzi:

I. Kolektory słoneczne

Kolektory słoneczne KS2100F TLP AC prod. Hawelax – 2szt. Są to kolektory płaskie o parametrach:

- wymiary: 2022x1019x90mm
- masa: 35kg
- powierzchnia brutto kolektora: 2,06m²
- powierzchnia apertury: 1,93m²
- pojemność kolektora: 0,85l
- max. ciśnienie pracy 10bar
- strata ciśnienia 16mbar
- sprawność optyczna (wzgl. pow. brutto): 75,3%

II. Kotły gazowe

Na potrzeby badania w każdym gospodarstwie domowym zostały zamontowane jednakowe urządzenia – kotły gazowe jednofunkcyjne, kondensacyjne VC 256/5-5 (H-PL) Ecotec Plus firmy Vaillant o parametrach:

- moc nominalna: 25kW
- sprawność (przy 30% obciążeniu) : 109,5%
- klasa energetyczna: A
- przyłącze systemu spalinowo-powietrznego: 60/100mm
- masa: 33,5 kg

Projekt współfinansowany ze środków Europejskiego Funduszu Rozwoju Regionalnego w ramach Wielkopolskiego Regionalnego Programu Operacyjnego na lata 2014-2020. Oś priorytetowa 1 „Innowacyjna i konkurencyjna gospodarka”. Projekt pt. „Zbudowanie potencjału innowacyjnego przedsiębiorstwa Nestin sp. z o.o. dzięki wsparciu badań przemysłowych nad działaniem układów solarnych i zastosowaniem wyników w technologiach ICT”. Dotyczy RPWP.01.2.00-30-0066/17-0

III. Zasobnik/podgrzewacz pojemnościowy na ciepłą wodę użytkową

Na etapie wyboru elementów składowych instalacji solarnych pojawiła się sprawa kompatybilności systemów w ofercie producentów. Producenci zagraniczni jak Viessmann, Vaillant, Junkers nie produkują zasobników 200 litrów. Producenci jak Hewalex, Biawar, Nibe produkują zasobniki 200 litrów jak również 300 litrów, natomiast te drugie tylko we współpracy z 3 kolektorami, ponieważ kolektory tych firm charakteryzują się mniejszą wydajnością i rozmiarami.

W związku z tym aby układy były porównywalne zwróciliśmy się do Instytucji z prośbą o wyrażenie zgody na budowę jednego stanowiska składającego się jak poprzednio z zasobnika 200 litrów i 2 kolektorów słonecznych i drugiego, który składałby się z zasobnika 250 litrów (zamiast 300) i 2 kolektorów słonecznych.

Oba zamontowane zasobniki są wyposażone w 2 wymienniki : jeden podłączony do instalacji solarnej, drugi do kotła grzewczego. Wybrano podgrzewacz OKC200NTRR/SOL o pojemności 200 litrów firmy Hawalex oraz podgrzewacz OKC250NTRR/SOL o pojemności 250 litrów firmy Hawalex.

IV. Zespół pompowo-sterowniczy

Zadaniem zespołu pompowo-sterowniczego obiegu solarnego jest wymuszenie obiegu płynu solarnego między kolektorami słonecznymi, a węzownią w projektowanym zasobniku oraz obsługa instalacji. Zespół pompowo-sterowniczy zawiera wszystkie niezbędne elementy grupy pompowej, takie jak: pompa obiegowa, sterownik solarny, separator powietrza z odpowietrznikiem, zawór zwrotny, zawór bezpieczeństwa, zawór odcinający i zawory napełniające.

Do projektu zastosowano zespół pompowo-sterowniczy typu ZPS 18e-01ECO firmy Hewalex. Łączy on funkcje zapewnienia przepływu czynnika grzewczego w instalacji słonecznej, zabezpieczenia jej pracy oraz sterowania w oparciu o integralnie wbudowany

Projekt współfinansowany ze środków Europejskiego Funduszu Rozwoju Regionalnego w ramach Wielkopolskiego Regionalnego Programu Operacyjnego na lata 2014-2020. Oś priorytetowa 1 „Innowacyjna i konkurencyjna gospodarka”. Projekt pt. „Zbudowanie potencjału innowacyjnego przedsiębiorstwa Nestin sp. z o.o. dzięki wsparciu badań przemysłowych nad działaniem układów solarnych i zastosowaniem wyników w technologiach ICT”. Dotyczy RPWP.01.2.00-30-0066/17-0

regulator elektroniczny. Zespół pompowo - sterowniczy wyposażony jest w elektroniczny system pomiaru natężenia przepływu, dzięki któremu pomiar prędkości przepływu cieczy w układzie odbywa się automatycznie, a jego aktualna wartość wskazywana jest na wyświetlaczu sterownika. Zaletą takiego rozwiązania jest uproszczenie procedury uruchamiania instalacji, większa dokładność pomiaru oraz precyzyjne sterowanie pracą układu, co gwarantuje optymalne wykorzystanie energii słonecznej. Zabezpieczenie na wypadek braku przepływu, automatycznie wyłącza pompę obiegową. Sterownik wyposażony jest między innymi w funkcję urlopową ochrony instalacji przed przegrzewami przy dłuższym okresie braku odbioru ciepła.

Różnicowy regulator temperatur połączony jest z czujnikami temperatury w kolektorze T1 oraz w podgrzewaczu solarnym T2. Jeżeli różnica temperatur pomiędzy kolektorem, a odbiornikiem ciepła wzrośnie powyżej 6°C regulator uruchamia pompę obiegu solarnego. Wymuszony obieg płynu w instalacji trwa do czasu kiedy w/w różnica temperatur obniży się do 3°C. W przypadku gdy nie zaistniały warunki do podgrzewu ciepłej wody przez kolektory słoneczne, a czujka temperatury T3 zmierzy temperaturę w zasobniku poniższej wymaganej do pracy zostaje włączony kocioł gazowy.

V. Naczynia przeponowe

W celu zabezpieczenia układów przed wzrostem ciśnienia i objętości cieczy w wyniku jej podgrzewania zastosowano naczynia wzbiornicze przeponowe. Na instalacji solarnej zamontowano naczynie o pojemności 18 litrów. Zasobnik ciepłej wody zabezpiecza natomiast naczynie wzbiornicze o pojemności min. 12 litrów.

VI. Ciepłomierze i wodomierze

Ciepłomierze służą do pomiaru ilości ciepła jaką możemy uzyskać z kolektorów słonecznych jak i ilości ciepła przekazaną przez kocioł grzewczy niezbędną do podgrzewu wody w

Projekt współfinansowany ze środków Europejskiego Funduszu Rozwoju Regionalnego w ramach Wielkopolskiego Regionalnego Programu Operacyjnego na lata 2014-2020. Oś priorytetowa 1 „Innowacyjna i konkurencyjna gospodarka”. Projekt pt. „Zbudowanie potencjału innowacyjnego przedsiębiorstwa Nestin sp. z o.o. dzięki wsparciu badań przemysłowych nad działaniem układów solarnych i zastosowaniem wyników w technologiach ICT”. Dotyczy RPWP.01.2.00-30-0066/17-0

zasobniku ciepłej wody użytkowej w sytuacji gdy instalacja kolektorów słonecznych nie pracuje. Ze względu na dokładność pomiaru zdecydowano się na ciepłomierze ultradźwiękowe.

Wybrano i zamontowano ciepłomierze US Echo II firmy Itron o parametrach:

- przepływ nominalny 1,5 m³/h
- ciśnienie nominalne 16bar
- temperatura maks. stała 130 st.C
- temperatura maks. chwilowa 150 st.C

Do powyższych ciepłomierzy dobrano przeliczniki CF51 firmy Itron, co umożliwia odczyt wszystkich danych potrzebnych do kontroli i analizy. Do pomiarów zużycia ciepłej wody użytkowej służą wodomierze Unimag+PE firmy Itron.

Odczyty z wodomierzy i ciepłomierzy są przekazywane do centrali M-Bus.

VII. Centrala M-Bus

Centrala umożliwia automatyczny odczyt danych z ciepłomierzy i wodomierzy za pośrednictwem sieci GSM, GPRS, M-Bus. Pliki przesyłane są bezpośrednio do standardowego serwera FTP oraz http, które następnie należało zczytać i poddać analizie.

Na potrzeby projektu wybrano centrale CMe 2100 firmy Itron o parametrach:

- standard M-Bus: PN-EN 1434-3, PN-EN 13757-2 / -3
- prędkość transmisji M-Bus: 300 i 2400 bodów
- maks. ilość dodatkowych urządzeń M-Bus : 8 urządzeń (możliwość rozszerzenia)
- pamięć danych: 1,3 MB
- przeciętna ilość zapamiętywanych rejestrów: 5000
- programowalne okresy rejestracji 1/5/10/15/20/30 min, 1godz, 12godz, 1 dz., 1 tydz, 1 mies.

Projekt współfinansowany ze środków Europejskiego Funduszu Rozwoju Regionalnego w ramach Wielkopolskiego Regionalnego Programu Operacyjnego na lata 2014-2020. Oś priorytetowa 1 „Innowacyjna i konkurencyjna gospodarka”. Projekt pt. „Zbudowanie potencjału innowacyjnego przedsiębiorstwa Nestin sp. z o.o. dzięki wsparciu badań przemysłowych nad działaniem układów solarnych i zastosowaniem wyników w technologiach ICT”. Dotyczy RPWP.01.2.00-30-0066/17-0

6. Analiza danych

Pierwszym analizowanym parametrem była moc cieplna- energia dostarczona do zimnej wody wodociągowej gromadzonej w zasobniku w celu jej podgrzania i wytworzenia c.w.u. W poniższych tabelach (Tab.5.1-5.2) przedstawiono ilość ciepła wyprodukowaną przez instalację kotłową oraz solarną wraz ze zużyciem c.w.u. dla poszczególnych miesięcy w okresie 01.04.2019-31.08.2020.

Tab.5.1. Zestawienie ilości ciepła wyprodukowanej przez instalację kotłową oraz solarną wraz ze zużyciem c.w.u. dla poszczególnych miesięcy w okresie 01.04.2019-30.11.2019 dla stanowiska badawczego numer 1.

OKRES	INSTALACJA SOLARNA (UZYSK ENERGII)	ZASILNIE Z KOTŁA	ZUŻYCIE CIEPŁEJ WODY	
	[GJ/mc]	[GJ/mc]	[m3]	[dm3/d*os]
01.04.2019-17.05.2019	0,52	1,10	5,11	23,44
18.05.2019-31.05.2019	0,38	0,47	1,28	22,83
01.06.2019-30.06.2019	1,19	0,46	1,95	16,27
01.07.2019-31.07.2019	0,81	0,68	2,21	17,80
01.08.2018-31.08.2019	1,00	0,43	1,73	20,60
01.09.2019-30.09.2019	0,60	0,98	3,74	31,13
01.10.2019-31.10.2019	0,29	1,31	3,62	29,21
01.11.2019-30.11.2019	0,04	1,28	3,03	25,27

Projekt współfinansowany ze środków Europejskiego Funduszu Rozwoju Regionalnego w ramach Wielkopolskiego Regionalnego Programu Operacyjnego na lata 2014-2020. Oś priorytetowa 1 „Innowacyjna i konkurencyjna gospodarka”. Projekt pt. „Zbudowanie potencjału innowacyjnego przedsiębiorstwa Nestin sp. z o.o. dzięki wsparciu badań przemysłowych nad działaniem układów solarnych i zastosowaniem wyników w technologiach ICT”. Dotyczy RPWP.01.2.00-30-0066/17-0

Tab.5.2. Zestawienie ilości ciepła wyprodukowanej przez instalację kotłową oraz solarną wraz ze zużyciem c.w.u. dla poszczególnych miesięcy w okresie 01.04.2019-30.11.2019 dla stanowiska badawczego numer 2.

OKRES	INSTALACJA SOLARNA (UZYSK ENERGII)	ZASILNIE Z KOTŁA	ZUŻYCIE CIEPŁEJ WODY	
	[GJ/mc]	[GJ/mc]	[m ³]	[dm ³ /mk*d]
01.04.2019-17.05.2019	0,68	1,91	9,29	49,41
18.05.2019-31.05.2019	0,42	0,86	3,81	68,04
01.06.2019-30.06.2019	1,29	0,88	7,02	58,25
01.07.2019-31.07.2019	0,91	1,11	6,06	48,90
01.08.2018-31.08.2019	1,1	0,97	6,87	55,30
01.09.2019-30.09.2019	0,69	1,61	9,34	77,83
01.10.2019-31.10.2019	0,46	2,01	9,79	78,95
01.11.2019-30.11.2019	0,16	2,02	9,22	76,83

W przypadku stanowiska badawczego numer 1 przez cały okres letni, tj. od początku czerwca do końca sierpnia więcej mocy cieplnej pochodziło z instalacji solarnej niż z instalacji kotłowej, co jest zgodne z oczekiwaniami. Dla tych miesięcy zanotowano też najniższe zużycie wody w [dm³] przypadające na mieszkańca i na dobę.

W przypadku stanowiska badawczego numer 2 dla rozpatrywanego okresu badawczego miesiącami, w których więcej mocy cieplnej pochodziło z instalacji solarnej były czerwiec i sierpień. W miesiącach tych również zanotowano najniższe zużycie wody w [dm³] przypadające na mieszkańca i na dobę. Biorąc pod uwagę okres letni- w lipcu 2019 instalacja

Projekt współfinansowany ze środków Europejskiego Funduszu Rozwoju Regionalnego w ramach Wielkopolskiego Regionalnego Programu Operacyjnego na lata 2014-2020. Oś priorytetowa 1 „Innowacyjna i konkurencyjna gospodarka”. Projekt pt. „Zbudowanie potencjału innowacyjnego przedsiębiorstwa Nestin sp. z o.o. dzięki wsparciu badań przemysłowych nad działaniem układów solarnych i zastosowaniem wyników w technologiach ICT”. Dotyczy RPWP.01.2.00-30-0066/17-0

kotłowa dostarczyła ok. 20% więcej mocy cieplnej niż instalacja solarna- w tym miesiącu zużycie wody w [$\text{dm}^3/\text{mk}\cdot\text{d}$] było ok. $10 \text{ dm}^3/\text{mk}\cdot\text{d}$ wyższe niż w czerwcu i sierpniu.

W przypadku obu stanowisk w miesiącach, w których występowały najniższe zużycia wody w [$\text{dm}^3/\text{mk}\cdot\text{d}$], zanotowano także większą ilość mocy cieplnej pochodzącej z instalacji solarnej niż z instalacji kotłowej.

Z analizy Tabel 5.1-5.2 wynika, że w przypadku obu stanowisk badawczych od 09.2019 – czyli od chwili wkraczania w okres jesienny- widoczna jest zwiększająca się różnica w dostarczanej mocy cieplnej przez instalację solarną i kocioł. Wówczas w obu przypadkach funkcję ogrzewania zimnej wody wodociągowej na cele c.w.u. przejął kocioł, co jest sytuacją oczekiwaną w przypadku mniejszych zysków ciepła od słońca jesienią, na co wpływa coraz krótszy dzień oraz zmiana kąta padania promieni słonecznych na powierzchnię ziemi.

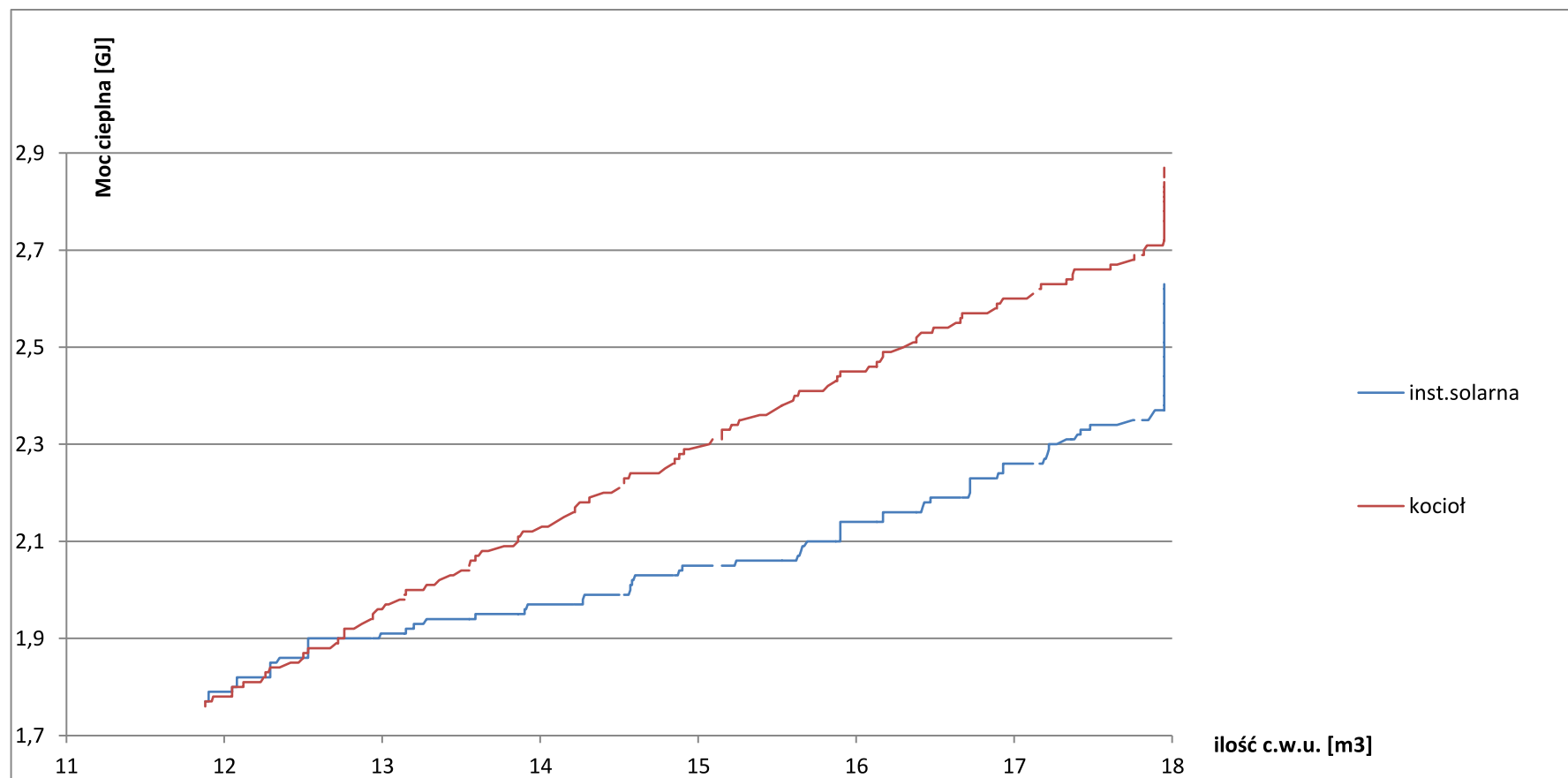
Ilość energii pochodzącej od instalacji solarnej jest na podobnym poziomie dla obu stanowisk badawczych- obie instalacje solarne wyprodukowały podobną ilość mocy cieplnej dla poszczególnych miesięcy. Natomiast w przypadku stanowiska badawczego numer 2 ilość mocy cieplnej pochodzącej z instalacji kotłowej była większa niż w przypadku stanowiska numer 1 - o ok. 1,5-2,2 razy większa. Należy jednak zauważyć, że w przypadku stanowiska numer 2 również występowało większe zużycie c.w.u. niż w przypadku stanowiska numer 1.

Z uwagi na fakt, że w okresie letnim tylko w jednym miesiącu i tylko na stacji badawczej numer 2 moc cieplna pochodząca z instalacji kotłowej przewyższała tę pochodzącą z instalacji solarnej, poddano pracę tego stanowiska badawczego dalszej analizie. Na Wykresie 5.1. zobrazowano sumaryczną (sumowaną od początku całego okresu badawczego) moc cieplną w funkcji sumarycznej (sumowanej od początku całego okresu badawczego) ilości wytworzonej ciepłej wody użytkowej w lipcu dla stanowiska badawczego numer 2. W pierwszych dniach lipca widoczna jest przewaga mocy cieplnej pochodzącej z instalacji solarnej niż z kotła, jednak, jak już wspomniano wyżej, różnica ta jest niewielka i z inżynierskiego punktu widzenia nieistotna. Pod koniec pierwszego tygodnia lipca, co na wykresie 5.1. odpowiada sumarycznej ilości wytworzonej c.w.u. w ilości ok $12,7 \text{ m}^3$, moc cieplna pochodząca z kotła zaczęła przewyższać tę pochodzącą z instalacji solarnej.

Projekt współfinansowany ze środków Europejskiego Funduszu Rozwoju Regionalnego w ramach Wielkopolskiego Regionalnego Programu Operacyjnego na lata 2014-2020. Oś priorytetowa 1 „Innowacyjna i konkurencyjna gospodarka”. Projekt pt. „Zbudowanie potencjału innowacyjnego przedsiębiorstwa Nestin sp. z o.o. dzięki wsparciu badań przemysłowych nad działaniem układów solarnych i zastosowaniem wyników w technologiach ICT”. Dotyczy RPWP.01.2.00-30-0066/17-0

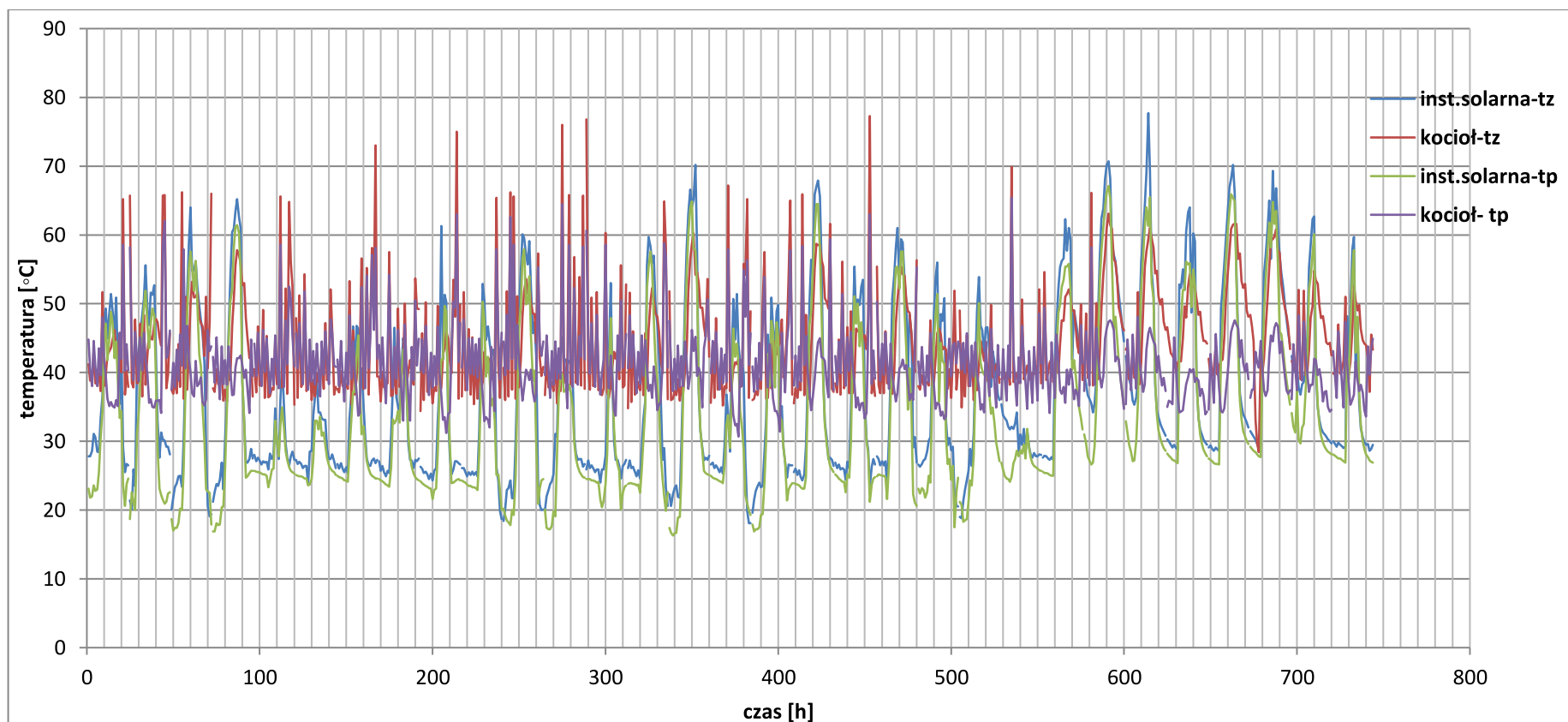
Różnice dochodziły nawet do 16%. W ostatnim tygodniu lipca, kiedy to budynek został opuszczony przez mieszkańców na osiem dób z powodu urlopu, widoczny jest wzrost mocy cieplnej pochodzącej z obu instalacji (solarnej i kotłowej) przy jednoczesnym braku wzrostu ilości wytworzonej c.w.u. Ilość mocy cieplnej wytworzonej w czasie urlopu mieszkańców przez instalację solarną przewyższa tę wytwarzaną przez instalację kotłową, co jest wyraźnie widoczne na wykresie 5.1. Moc cieplna w czasie urlopu mieszkańców, kiedy to praca instalacji powinna być przestawiona w tryb urlopowy, wytworzona przez instalację solarną to 0,26 GJ, natomiast przez instalację kotłową 0,15 GJ.

Projekt współfinansowany ze środków Europejskiego Funduszu Rozwoju Regionalnego w ramach Wielkopolskiego Regionalnego Programu Operacyjnego na lata 2014-2020. Oś priorytetowa 1 „Innowacyjna i konkurencyjna gospodarka”. Projekt pt. „Zbudowanie potencjału innowacyjnego przedsiębiorstwa Nestin sp. z o.o. dzięki wsparciu badań przemysłowych nad działaniem układów solarnych i zastosowaniem wyników w technologiach ICT”. Dotyczy RPWP.01.2.00-30-0066/17-0



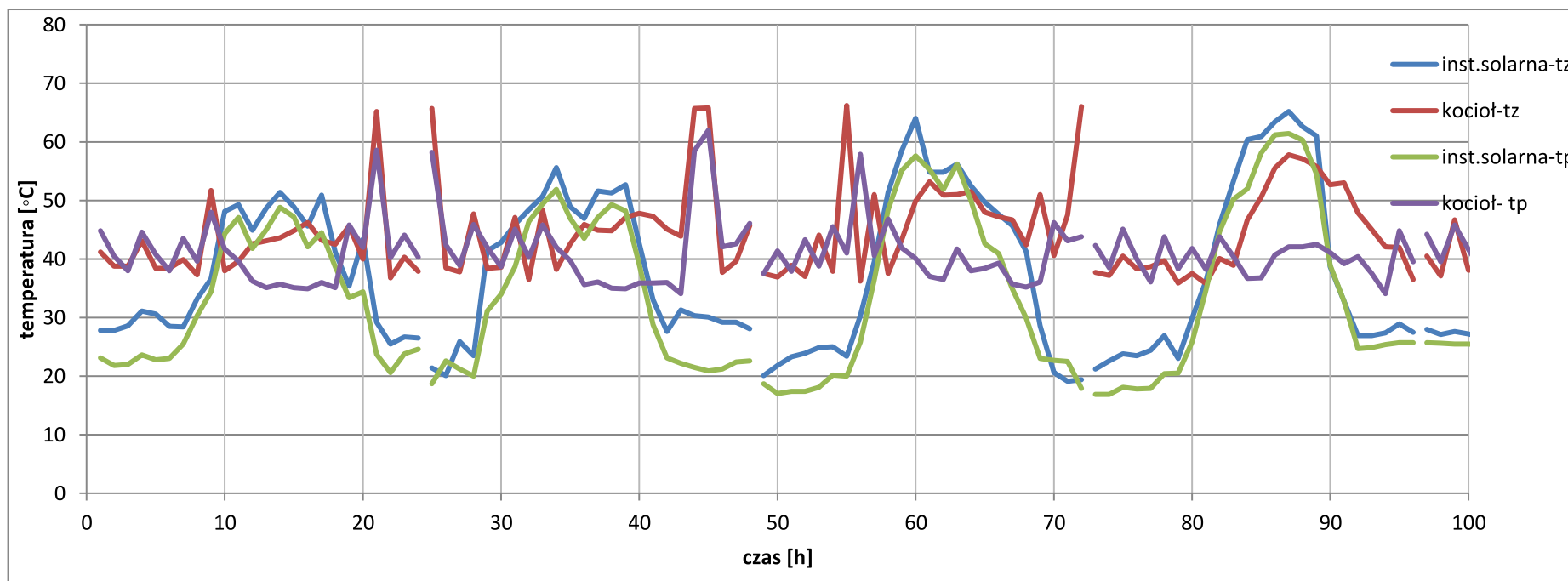
Wyk.5.1. Moc cieplna w funkcji ilości wytworzonej ciepłej wody użytkowej w lipcu

Projekt współfinansowany ze środków Europejskiego Funduszu Rozwoju Regionalnego w ramach Wielkopolskiego Regionalnego Programu Operacyjnego na lata 2014-2020. Oś priorytetowa 1 „Innowacyjna i konkurencyjna gospodarka”. Projekt pt. „Zbudowanie potencjału innowacyjnego przedsiębiorstwa Nestin sp. z o.o. dzięki wsparciu badań przemysłowych nad działaniem układów solarnych i zastosowaniem wyników w technologiach ICT”. Dotyczy RPWP.01.2.00-30-0066/17-0



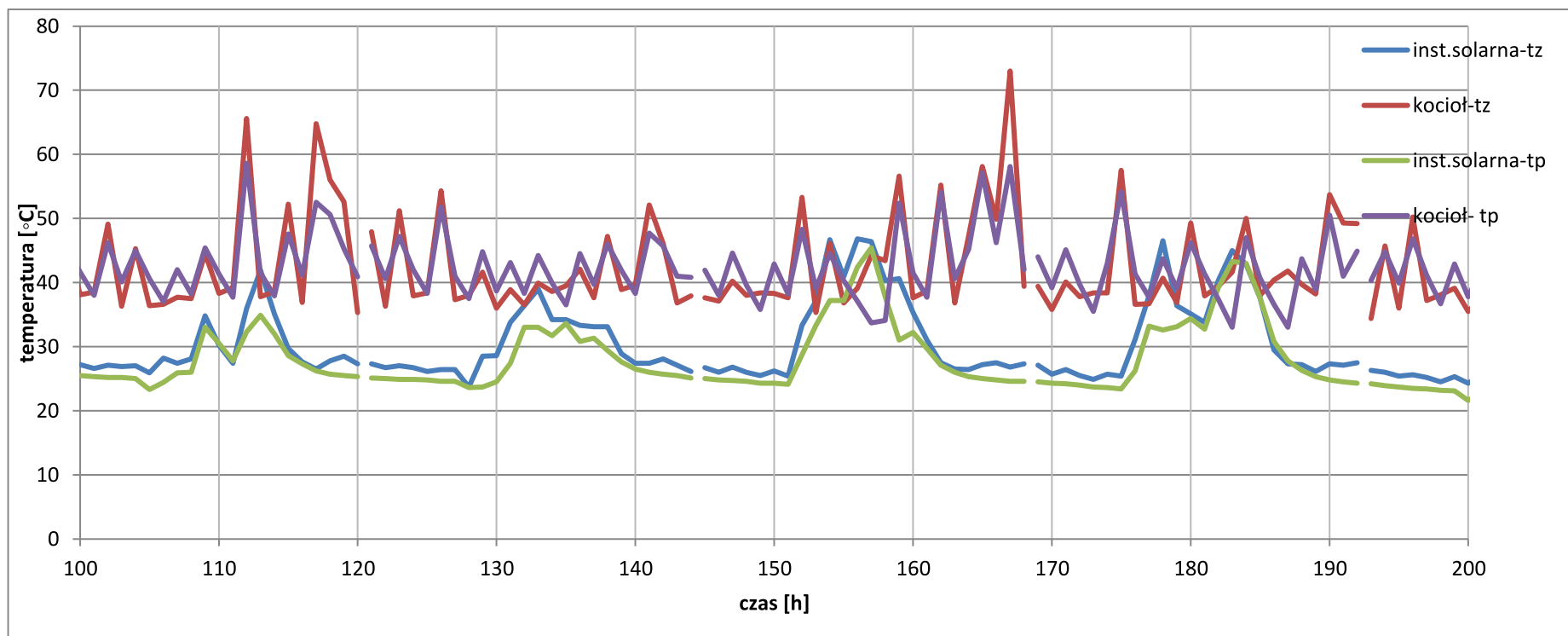
Wyk.5.2. Temperatura zasilania t_z i powrotu t_p instalacji solarnej i kotłowej wchodzących w skład instalacji badawczej na stanowisku numer 2 dla lipca

Projekt współfinansowany ze środków Europejskiego Funduszu Rozwoju Regionalnego w ramach Wielkopolskiego Regionalnego Programu Operacyjnego na lata 2014-2020. Oś priorytetowa 1 „Innowacyjna i konkurencyjna gospodarka”. Projekt pt. „Zbudowanie potencjału innowacyjnego przedsiębiorstwa Nestin sp. z o.o. dzięki wsparciu badań przemysłowych nad działaniem układów solarnych i zastosowaniem wyników w technologiach ICT”. Dotyczy RPWP.01.2.00-30-0066/17-0



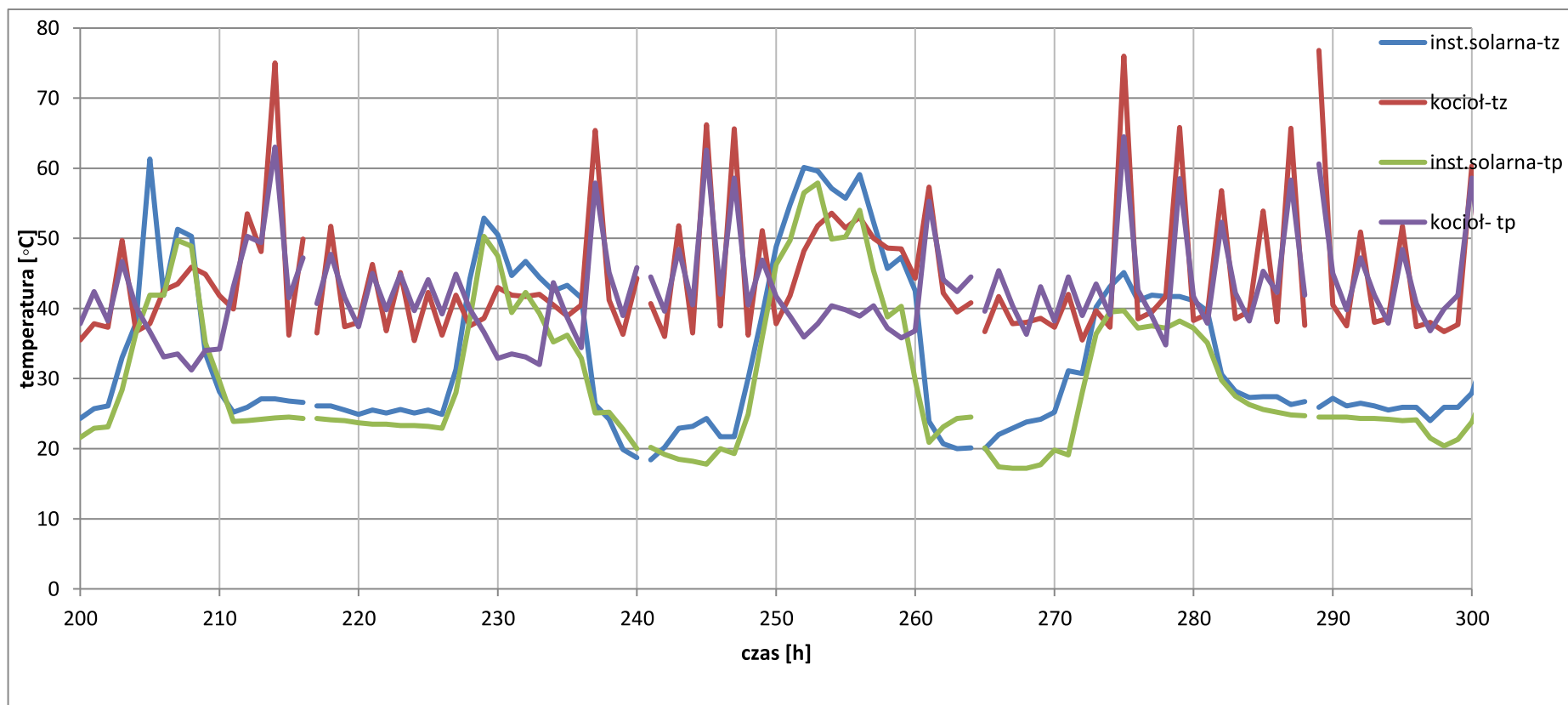
Wyk.5.3. Temperatura zasilania t_z i powrotu t_p instalacji solarnej i kotłowej wchodzących w skład instalacji badawczej na stanowisku numer 2 w okresie 01.07.2019- 05.07.2019

Projekt współfinansowany ze środków Europejskiego Funduszu Rozwoju Regionalnego w ramach Wielkopolskiego Regionalnego Programu Operacyjnego na lata 2014-2020. Oś priorytetowa 1 „Innowacyjna i konkurencyjna gospodarka”. Projekt pt. „Zbudowanie potencjału innowacyjnego przedsiębiorstwa Nestin sp. z o.o. dzięki wsparciu badań przemysłowych nad działaniem układów solarnych i zastosowaniem wyników w technologiach ICT”. Dotyczy RPWP.01.2.00-30-0066/17-0



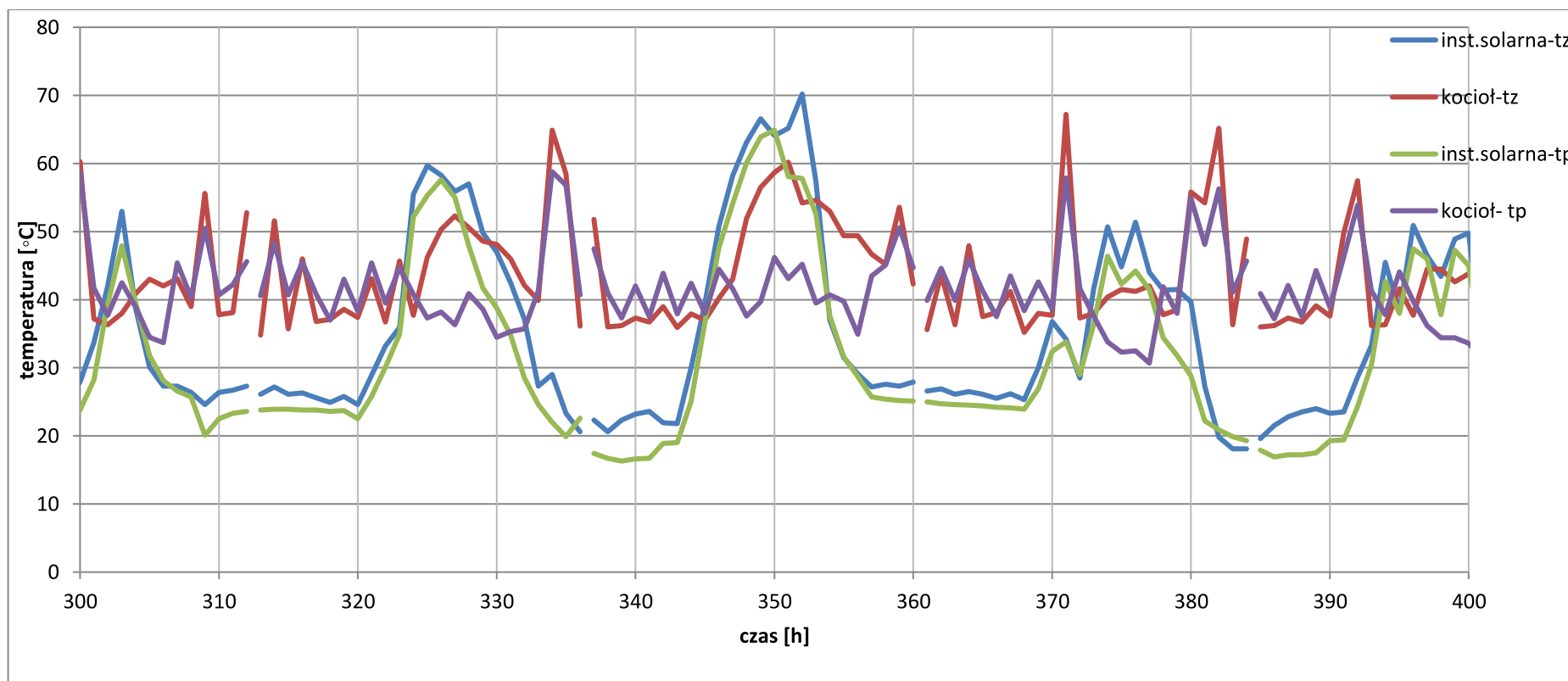
Wyk.5.4. Temperatura zasilania t_z i powrotu t_p instalacji solarnej i kotłowej wchodzących w skład instalacji badawczej na stanowisku numer 2 w okresie 05.07.2019- 09.07.2019

Projekt współfinansowany ze środków Europejskiego Funduszu Rozwoju Regionalnego w ramach Wielkopolskiego Regionalnego Programu Operacyjnego na lata 2014-2020. Oś priorytetowa 1 „Innowacyjna i konkurencyjna gospodarka”. Projekt pt. „Zbudowanie potencjału innowacyjnego przedsiębiorstwa Nestin sp. z o.o. dzięki wsparciu badań przemysłowych nad działaniem układów solarnych i zastosowaniem wyników w technologiach ICT”. Dotyczy RPWP.01.2.00-30-0066/17-0



Wyk.5.5. Temperatura zasilania t_z i powrotu t_p instalacji solarnej i kotłowej wchodzących w skład instalacji badawczej na stanowisku numer 2 w okresie 09.07.2019- 13.07.2019

Projekt współfinansowany ze środków Europejskiego Funduszu Rozwoju Regionalnego w ramach Wielkopolskiego Regionalnego Programu Operacyjnego na lata 2014-2020. Oś priorytetowa 1 „Innowacyjna i konkurencyjna gospodarka”. Projekt pt. „Zbudowanie potencjału innowacyjnego przedsiębiorstwa Nestin sp. z o.o. dzięki wsparciu badań przemysłowych nad działaniem układów solarnych i zastosowaniem wyników w technologiach ICT”. Dotyczy RPWP.01.2.00-30-0066/17-0



Wyk.5.6. Temperatura zasilania t_z i powrotu t_p instalacji solarnej i kotłowej wchodzących w skład instalacji badawczej na stanowisku numer 2 w okresie 13.07.2019- 17.07.2019

Projekt współfinansowany ze środków Europejskiego Funduszu Rozwoju Regionalnego w ramach Wielkopolskiego Regionalnego Programu Operacyjnego na lata 2014-2020. Oś priorytetowa 1 „Innowacyjna i konkurencyjna gospodarka”. Projekt pt. „Zbudowanie potencjału innowacyjnego przedsiębiorstwa Nestin sp. z o.o. dzięki wsparciu badań przemysłowych nad działaniem układów solarnych i zastosowaniem wyników w technologiach ICT”. Dotyczy RPWP.01.2.00-30-0066/17-00

Na Wykresie 5.2 zamieszczono dane dotyczące temperatury zasilania t_z i powrotu t_p instalacji solarnej i kotłowej wchodzących w skład instalacji badawczej dla wybranego miesiąca. Widać wyraźnie, iż temperatury zasilania i powrotu dla instalacji solarnej są niższe niż dla instalacji kotłowej poza krótkimi epizodami, trwającymi około 3-4 h i występującymi średnio w godzinach 12:00-15:00, zatem w godzinach najwyższych zysków ciepła od słońca w miesiącach letnich. Podczas tych epizodów sytuacja się odwraca- instalacja solarna dostarcza więcej mocy cieplnej niż instalacja kotłowa. Na Wykresach 5.3-5.6 przedstawiono temperaturę zasilania t_z i powrotu t_p instalacji solarnej i kotłowej wchodzących w skład instalacji badawczej na stanowisku numer 2 w okresie 01.07.2019- 17.07.2019. W sposób bardziej czytelny niż Wykres 5.2 pokazują zmiany wyżej wymienionych temperatur w okresach dobowych. Przerwy w ciągłości linii wyznaczających poszczególne temperatury oznaczają początki kolejnych dób.

Z analizy Wykresów 5.3-5.6 wynika, iż temperatury zasilania i powrotu dla instalacji kotłowej oscylują przez większość czasu pomiędzy 40°C a 50°C i przewyższają odpowiadające im temperatury instalacji solarnej, które z kolei utrzymują się na poziomie 20°C - 30°C poza epizodami dziennymi trwającymi średnio 4 h i rozpoczynającymi się około południa. W czasie tych epizodów temperatury zasilania i powrotu instalacji solarnej osiągają nawet 60°C - 70°C (Wykres 5.6); jednak bywają dni, kiedy to nie przekraczają 40°C - 50°C (Wykres 5.4).

W Tabeli 5.3. zamieszczono zakres zmienności temperatur zasilania i powrotu instalacji solarnej i kotłowej w poszczególnych okresach czasu pracy dla stanowiska badawczego numer 2. W ciągu całego okresu miesiąca lipca maksymalne zarejestrowane wartości temperatury zasilania instalacji solarnej i kotłowej są na podobnym poziomie ok. 77°C, z kolei temperatury minimalne są wyższe dla instalacji kotłowej.

Projekt współfinansowany ze środków Europejskiego Funduszu Rozwoju Regionalnego w ramach Wielkopolskiego Regionalnego Programu Operacyjnego na lata 2014-2020. Oś priorytetowa 1 „Innowacyjna i konkurencyjna gospodarka”. Projekt pt. „Zbudowanie potencjału innowacyjnego przedsiębiorstwa Nestin sp. z o.o. dzięki wsparciu badań przemysłowych nad działaniem układów solarnych i zastosowaniem wyników w technologiach ICT”. Dotyczy RPWP.01.2.00-30-0066/17-0

Tab.5.3. Zakres zmienności temperatur zasilania i powrotu instalacji solarnej i kotłowej w poszczególnych okresach czasu pracy

Okres czasu pracy w 2019 r. :		01.07 -16.07		01.07-31.07	
Wartości:		maksymalne	minimalne	maksymalne	minimalne
Instalacja solarna	Temperatura zasilania [°C]	70,2	18,1	77,7	18,1
	Temperatura powrotu [°C]	64,9	16,3	67,1	16,3
Instalacja kotłowa	Temperatura zasilania [°C]	76,8	34,4	77,3	28,4
	Temperatura powrotu [°C]	64,5	30,7	65,4	30,7

Do wstępnej oceny pracy konieczna jest analiza danych z wodomierza zamontowanego na instalacjach c.w.u dla obu stanowisk badawczych. Dane te dotyczą średniego dobowego zużycia ciepłej wody użytkowej przypadającego na jednego mieszkańca budynku w okresie 18.05.2019-30.11.2019 i zostały zawarte w Tabelach 5.4-5.5.

Tab.5.4. Zestawienie wartości jednostkowego średniego dobowego zużycia ciepłej wody użytkowej dla stanowiska badawczego numer 1

	Miesiąc 2019 r.						
	5	6	7	8	9	10	11
Ilość zużytej c.w.u. [m³]	1,28	1,95	2,21	1,73	3,74	3,62	3,03
Liczba dni rejestrowania danych [d]	14	30	31	31	30	31	30
Liczba dni urlopu mieszkańców [d]	0	0	0	10	0	0	0
Liczba dni rejestrowania danych poza urlopem [d]	14	30	313	21	30	31	30

Projekt współfinansowany ze środków Europejskiego Funduszu Rozwoju Regionalnego w ramach Wielkopolskiego Regionalnego Programu Operacyjnego na lata 2014-2020. Oś priorytetowa 1 „Innowacyjna i konkurencyjna gospodarka”. Projekt pt. „Zbudowanie potencjału innowacyjnego przedsiębiorstwa Nestin sp. z o.o. dzięki wsparciu badań przemysłowych nad działaniem układów solarnych i zastosowaniem wyników w technologiach ICT”. Dotyczy RPWP.01.2.00-30-0066/17-0

Liczba mieszkańców [mk]	4						
Średnie dobowe zużycie c.w.u.							
[dm³/mk*d]	22,83	16,27	17,80	20,60	31,13	29,21	25,27

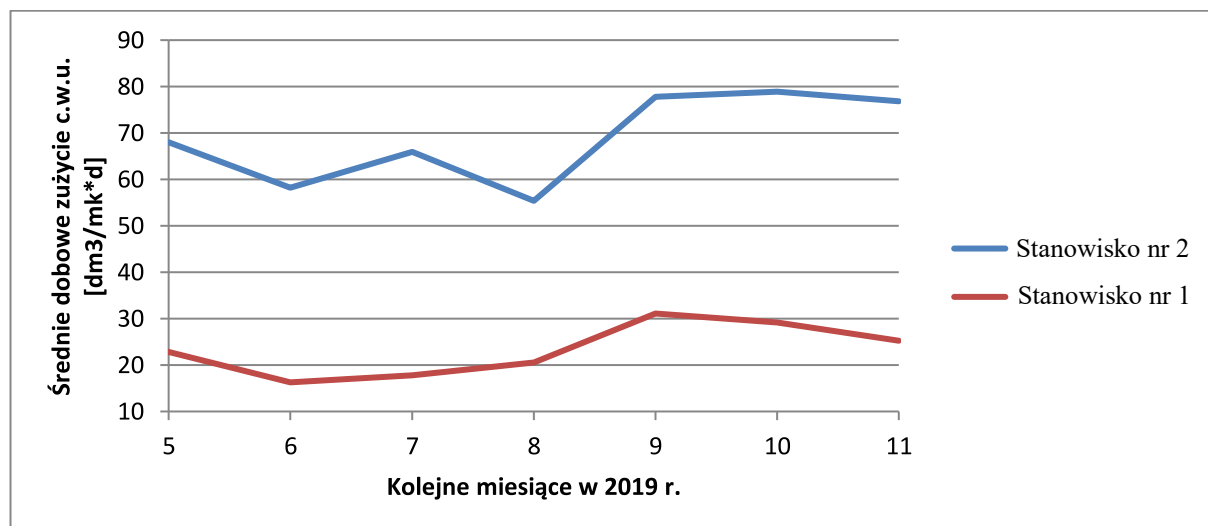
Tab.5.5. Zestawienie wartości jednostkowego średniego dobowego zużycia ciepłej wody użytkowej dla stanowiska badawczego numer 2

	Miesiąc 2019 r.						
	5	6	7	8	9	10	11
Ilość zużytej c.w.u. [m³]	3,81	6,99	6,07	6,87	9,34	9,79	9,22
Liczba dni rejestrowania danych [d]	14	30	31	31	30	31	30
Liczba dni urlopu mieszkańców [d]	0	0	8	0	0	0	0
Liczba dni rejestrowania danych poza urlopem [d]	14	30	23	31	30	31	30
Liczba mieszkańców [mk]	4						
Średnie dobowe zużycie c.w.u.							
[dm³/mk*d]	68,04	58,25	49,0	55,4	77,83	78,95	76,83

Z analizy danych zawartych w Tabelach 5.4-5.5 wynika, że średnie dobowe zużycie c.w.u. w przypadku stanowiska badawczego numer 2 było większe niż w przypadku stanowiska badawczego numer 1- od 2,5 do ok. 3,9 razy większe.

Wartości średniego dobowego zużycia ciepłej wody użytkowej przypadającego na jednego mieszkańca budynku zostały przedstawione na Wykresie 5.7.

Projekt współfinansowany ze środków Europejskiego Funduszu Rozwoju Regionalnego w ramach Wielkopolskiego Regionalnego Programu Operacyjnego na lata 2014-2020. Oś priorytetowa 1 „Innowacyjna i konkurencyjna gospodarka”. Projekt pt. „Zbudowanie potencjału innowacyjnego przedsiębiorstwa Nestin sp. z o.o. dzięki wsparciu badań przemysłowych nad działaniem układów solarnych i zastosowaniem wyników w technologiach ICT”. Dotyczy RPWP.01.2.00-30-0066/17-0



Wyk.5.7. Średnie dobowe zużycie ciepłej wody użytkowej przypadające na jednego mieszkańca budynku w okresie 13.07.2019- 17.07.2019 dla obu stanowisk badawczych

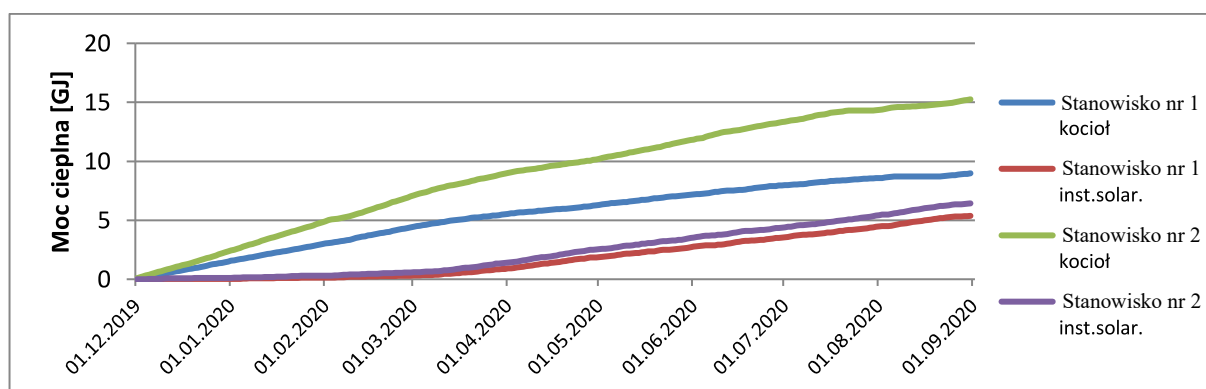
Z rozkładu wartości jednostkowego średniego dobowego zużycia c.w.u. przedstawionego na Wykresie 5.7 wynika, że w przypadku stanowiska badawczego numer 2 w okresie od maja do sierpnia wartość średniego dobowego zużycia wody na c.w.u. wahała się w granicach od ok. 48 dm³/mk*d do ok. 68 dm³/mk*d. Następnie od września widoczny jest wzrost zużycia wodny na cele c.w.u. Ta sytuacja jest prawdopodobnie związana z okresem roku szkolnego, kiedy to mieszkańcy mają stały rytm dnia i są w nim obecni o stałych porach. Podobna sytuacja miała miejsce w przypadku stanowiska numer 1, jednak przyrost zużycia c.w.u. we wrześniu nie był tak znaczny.

Na analizowanym stanowisku badawczym numer 2 występuje duże zużycie wody przypadające na jedną osobę. Można założyć, że zużycie c.w.u. stanowi 38% całkowitego dobowego zużycia wody [Bugajski i Kaczor, 2005]. Przy tym założeniu, dla wartości średniej równej 69,33 dm³/mk*d (Tabela 5.3) jednostkowe całkowite dobowe zużycie wody wynosi około 182 dm³/mk*d. Natomiast przyjmując, że od początku września do końca listopada średnio dziennie zużywano 77,87 dm³ na osobę, jednostkowe całkowite dobowe zużycie wody wynosi około 205 dm³/mk*d.

Projekt współfinansowany ze środków Europejskiego Funduszu Rozwoju Regionalnego w ramach Wielkopolskiego Regionalnego Programu Operacyjnego na lata 2014-2020. Oś priorytetowa 1 „Innowacyjna i konkurencyjna gospodarka”. Projekt pt. „Zbudowanie potencjału innowacyjnego przedsiębiorstwa Nestin sp. z o.o. dzięki wsparciu badań przemysłowych nad działaniem układów solarnych i zastosowaniem wyników w technologiach ICT”. Dotyczy RPWP.01.2.00-30-0066/17-0

Opierając się na założeniu, iż zużycie c.w.u. stanowi 38% całkowitego dobowego zużycia wody, uzyskano szacunkowe wartości całkowitego dobowego zużycia wody, które są bardzo wysokie. Jako średnie całkowite dobowe zużycie wody przyjmuje się średnio od 100 dm³/mk*d do 120 dm³/mk*d. W okresie od początku września dla stanowiska badawczego numer 2 oszacowane jednostkowe całkowite dobowe zużycie wody stanowi około 200% standardowego średniego dobowego zużycia wody.

Na Wykresie 5.1. przedstawiono moc cieplną dostarczoną przez instalację solarną oraz kocioł w funkcji ilości wytworzonej c.w.u. dla okresu od 01.12.2019 do 31.08.2020. Można zauważyć, że w ciągu całego rozpatrywanego okresu więcej mocy cieplnej było wyprodukowane przez kocioł niż przez instalację solarną w przypadku obu stanowisk badawczych. W okresie zimowym praca obu instalacji solarnych była znikoma, a funkcje ogrzewania c.w.u. przejął kocioł. Do dalszej analizy mocy cieplnej ograniczono się zatem do okresu wiosenno-letniego czyli 01.05.2020-31.08.2020.

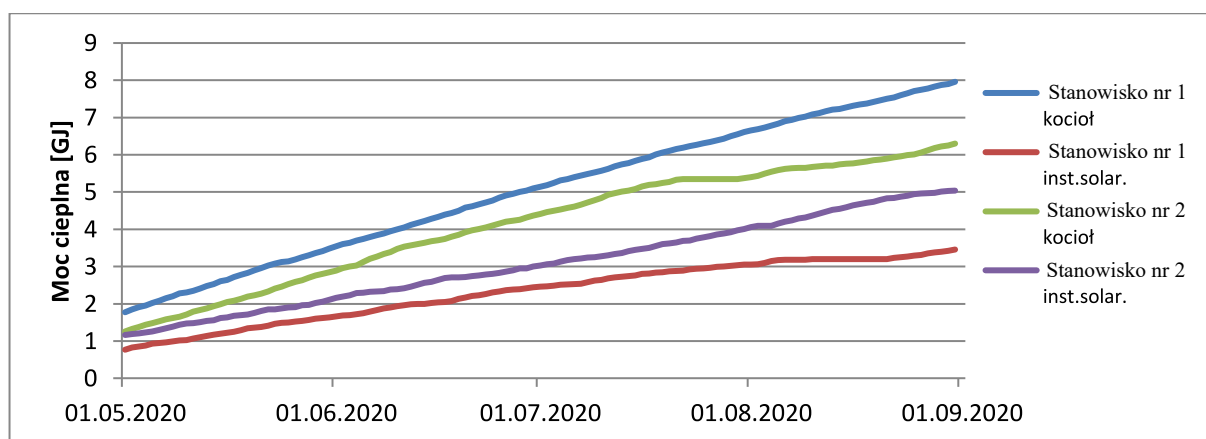


Wyk.5.1. Moc cieplna poszczególnych instalacji dla całego analizowanego okresu

Na Wykresie 5.2 można zauważyć, że w okresie 01.05.2020-31.07.2020 moc cieplna pochodząca od kotła była większa w przypadku instalacji badawczej na stanowisku numer

Projekt współfinansowany ze środków Europejskiego Funduszu Rozwoju Regionalnego w ramach Wielkopolskiego Regionalnego Programu Operacyjnego na lata 2014-2020. Oś priorytetowa 1 „Innowacyjna i konkurencyjna gospodarka”. Projekt pt. „Zbudowanie potencjału innowacyjnego przedsiębiorstwa Nestin sp. z o.o. dzięki wsparciu badań przemysłowych nad działaniem układów solarnych i zastosowaniem wyników w technologiach ICT”. Dotyczy RPWP.01.2.00-30-0066/17-0

1 niż na stanowisku badawczym numer 2, a dla instalacji solarnych było odwrotnie- moc cieplna była większa w przypadku instalacji badawczej na stanowisku numer 2 niż na stanowisku badawczym numer 1.



Wyk.5.2. Moc cieplna poszczególnych instalacji dla okresu 01.05.2020-31.07.2020

W Tabeli 5.1. zestawiono dane dla obu stanowisk badawczych w okresie 01.12.2019-31.08.2020. Analizując te dane można stwierdzić, że:

- w okresie 01.12.2020- 31.03.2020 moc cieplna wyprodukowana przez instalację solarną była dużo mniejsza niż moc cieplna wyprodukowana przez kocioł- wartość „a” nie przekraczała 0,51 w przypadku obu stanowisk badawczych;

- w przypadku stanowiska badawczego numer 1 instalacja solarna pełniła dominującą rolę w ogrzewaniu c.w.u. w miesiącach 04.2020, 06.2020, 07.2020, 08.2020 (wartość $a > 1,0$), natomiast w 05.2020 moce cieplne pochodzące z instalacji solarnej i kotła były na podobnym poziomie ($a=0,97$);

- w przypadku instalacji badawczej na stanowisku numer 2 instalacja solarna pełniła dominującą rolę w 07.2020 i 08.2020 ($a > 1,0$), natomiast w 04.2020 moce cieplne pochodzące z instalacji solarnej i kotła były na podobnym poziomie ($a=0,95$); w 05.2020 i

Projekt współfinansowany ze środków Europejskiego Funduszu Rozwoju Regionalnego w ramach Wielkopolskiego Regionalnego Programu Operacyjnego na lata 2014-2020. Oś priorytetowa 1 „Innowacyjna i konkurencyjna gospodarka”. Projekt pt. „Zbudowanie potencjału innowacyjnego przedsiębiorstwa Nestin sp. z o.o. dzięki wsparciu badań przemysłowych nad działaniem układów solarnych i zastosowaniem wyników w technologiach ICT”. Dotyczy RPWP.01.2.00-30-0066/17-0

06.2020 moc cieplna pochodząca z instalacji solarnej stanowiła tylko 59% mocy pochodzącej z kotła;

- ilość c.w.u. zużytej w instalacji badawczej na stanowisku numer 2 jest od 2,59 do 3,58 razy większa niż na stanowisku badawczym numer 1;

- w przypadku obu stanowisk badawczych miesiącem, w którym wytworzona została największa ilość mocy cieplnej z instalacji solarnej jest sierpień; jednocześnie dla obu stanowisk badawczych w miesiącu w tym osiągnięto największą wartość „a” w ciągu całego okresu pomiarowego.

Projekt współfinansowany ze środków Europejskiego Funduszu Rozwoju Regionalnego w ramach Wielkopolskiego Regionalnego Programu Operacyjnego na lata 2014-2020. Oś priorytetowa 1 „Innowacyjna i konkurencyjna gospodarka”. Projekt pt. „Zbudowanie potencjału innowacyjnego przedsiębiorstwa Nestin sp. z o.o. dzięki wsparciu badań przemysłowych nad działaniem układów solarnych i zastosowaniem wyników w technologiach ICT”. Dotyczy RPWP.01.2.00-30-0066/17-00

Miesiąc	Stanowisko badawcze numer 2					Stanowisko badawcze numer 1					
	Moc cieplna-kocioł	Moc cieplna-inst. solar.	ilość c.w.u.	q	a	Moc cieplna-kocioł	Moc cieplna-inst. solar.	ilość c.w.u.	q	a	r
	[GJ]	[GJ]	[dm ³]	[dm ³ /d*mk]	[-]	[GJ]	[GJ]	[dm ³]	[dm ³ /d*mk]	[-]	[-]
12.2019	2,37	0,11	9460	76,29	0,05	1,5	0,03	3110	25,08	0,02	3,04
01.2020	2,45	0,2	10090	84,08	0,08	1,49	0,11	3270	27,25	0,07	3,09
02.2020	2,2	0,26	8590	74,05	0,12	1,41	0,17	3550	28,63	0,12	-
03.2020	1,93	0,81	10180	82,10	0,42	1,12	0,57	3560	28,71	0,51	2,86
04.2020	1,21	1,15	8090	67,42	0,95	0,75	0,98	3120	26,00	1,31	2,59

Projekt współfinansowany ze środków Europejskiego Funduszu Rozwoju Regionalnego w ramach Wielkopolskiego Regionalnego Programu Operacyjnego na lata 2014-2020. Oś priorytetowa 1 „Innowacyjna i konkurencyjna gospodarka”. Projekt pt. „Zbudowanie potencjału innowacyjnego przedsiębiorstwa Nestin sp. z o.o. dzięki wsparciu badań przemysłowych nad działaniem układów solarnych i zastosowaniem wyników w technologiach ICT”. Dotyczy RPWP.01.2.00-30-0066/17-0

05.2020	1,64	0,96	10550	85,08	0,59	0,89	0,86	3540	28,55	0,97	2,98
06.2020	1,52	0,89	10300	85,83	0,59	0,8	0,82	2880	24,00	1,03	3,58
07.2020	1	1,01	7000	56,45	1,01	0,61	0,9	2550	20,56	1,48	2,75
08.2020	0,93	1,03	9040	72,90	1,11	0,41	0,94	3410	27,50	2,29	2,65

Tab.5.1. Zestawienie danych dla obu instalacji badawczych w rozpatrywanym okresie

gdzie:

q – jednostkowe zapotrzebowanie na wodę [$\text{dm}^3/\text{d} \cdot \text{mk}$];

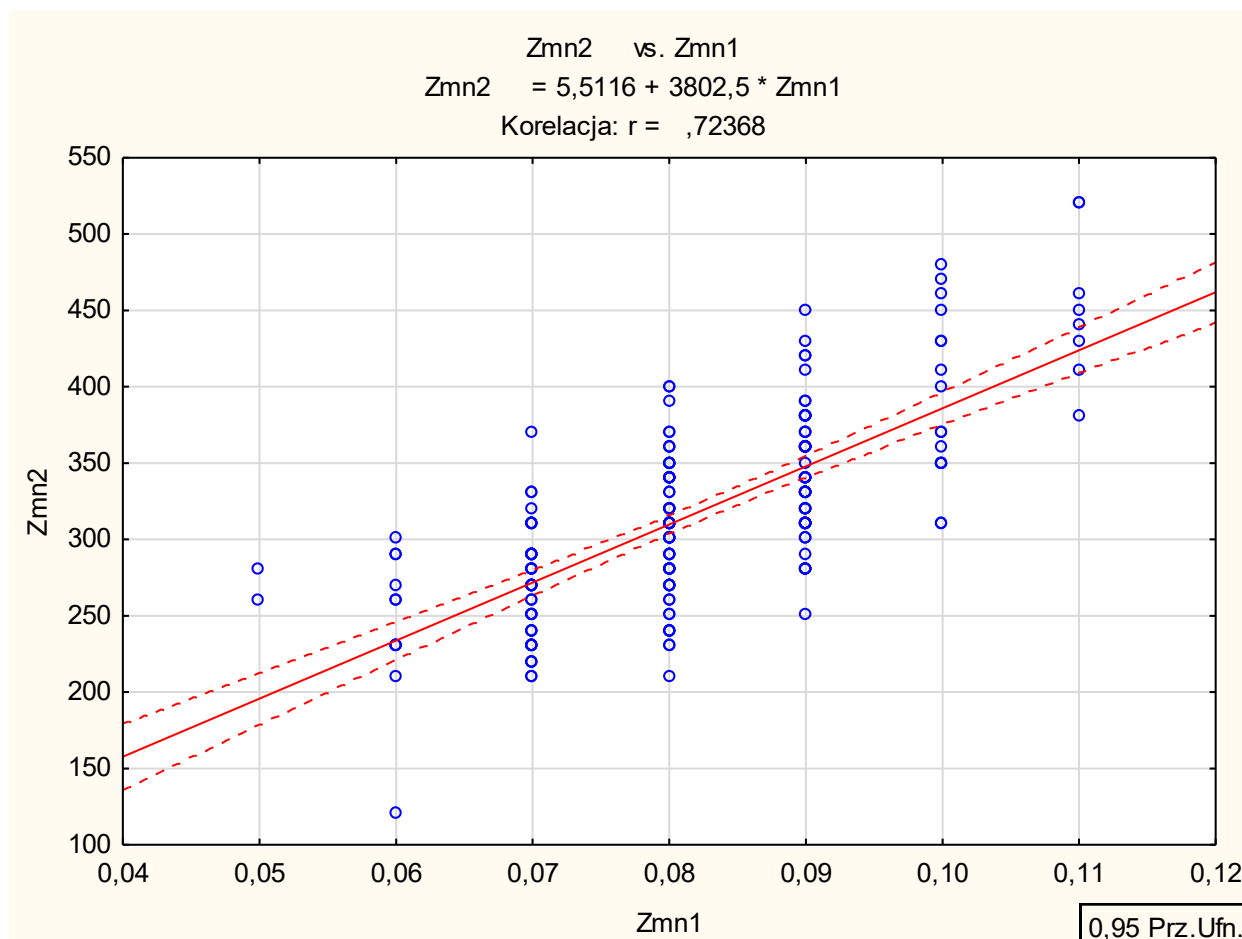
a – stosunek mocy cieplnej wyprodukowanej przez instalację solarną do mocy cieplnej wyprodukowanej przez kocioł [-];

r – stosunek ilości c.w.u. zużytej w instalacji badawczej na stanowisku numer 2 do ilości c.w.u. zużytej w instalacji badawczej na stanowisku numer 1.

Projekt współfinansowany ze środków Europejskiego Funduszu Rozwoju Regionalnego w ramach Wielkopolskiego Regionalnego Programu Operacyjnego na lata 2014-2020. Oś priorytetowa 1 „Innowacyjna i konkurencyjna gospodarka”. Projekt pt. „Zbudowanie potencjału innowacyjnego przedsiębiorstwa Nestin sp. z o.o. dzięki wsparciu badań przemysłowych nad działaniem układów solarnych i zastosowaniem wyników w technologiach ICT”. Dotyczy RPWP.01.2.00-30-0066/17-00

W dalszej analizie badano korelację między mocą cieplną pochodzącą z instalacji solarnych i kotłów a zużyciem c.w.u. oraz korelację między mocą cieplną pochodzącą z instalacji solarnej a zużyciem c.w.u.

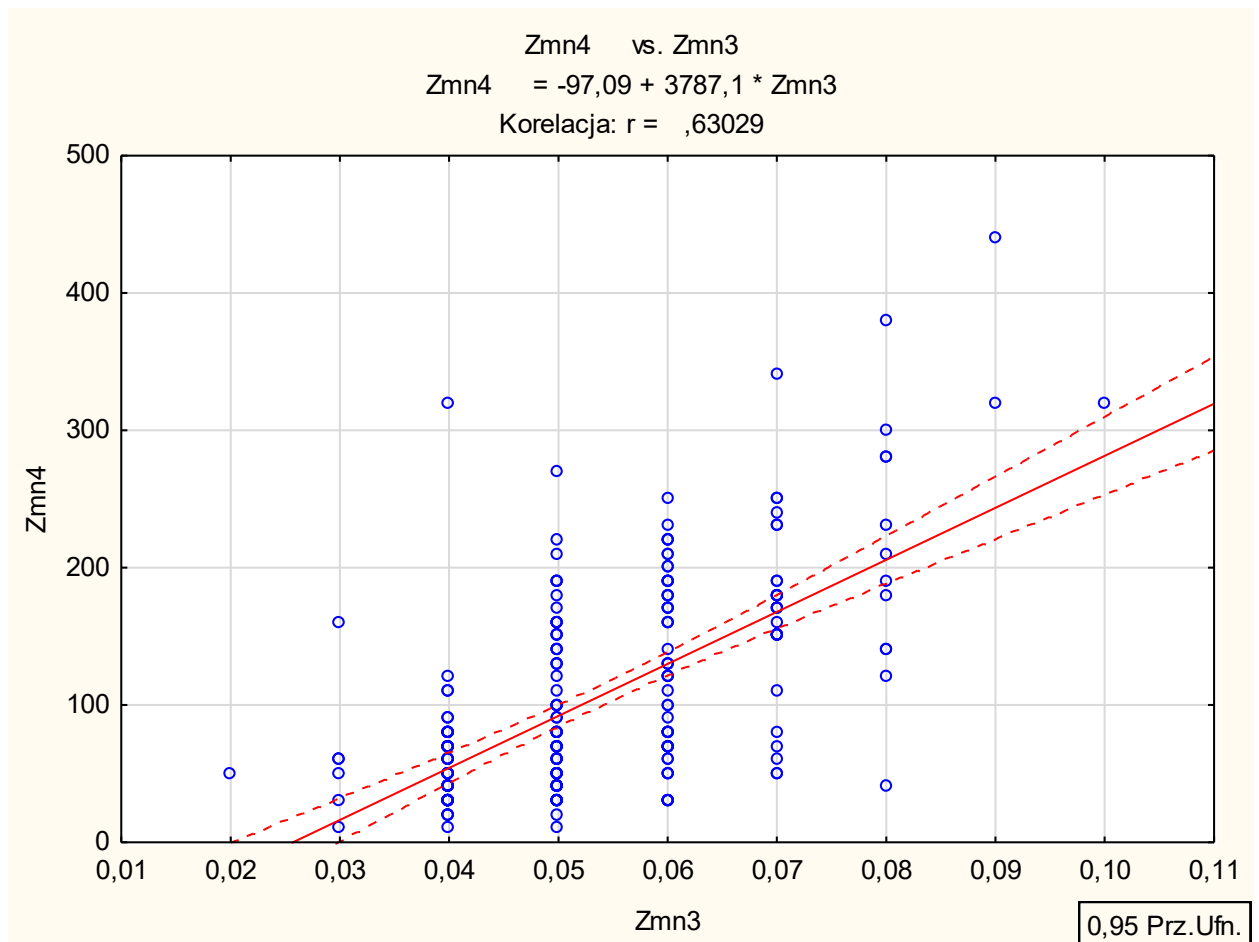
Na Wykresie 5.3. przedstawiono korelację między mocą cieplną pochodzącą z instalacji solarnej i kotłów w GJ (Zmn1) a zużyciem c.w.u. w $\text{dm}^3/\text{mk} \cdot \text{d}$ (Zmn2) dla instalacji badawczej na stanowisku numer 2 (linia ciągła czerwona) wraz z zaznaczonymi przedziałami ufności 0,95 (linie czerwone kreskowe). Korelacja r wynosiła około 0,72, co oznacza korelację wysoką (zależność znaczna).



Wyk.5.3. Badanie korelacji między mocą cieplną pochodzącą z instalacji solarnej i kotłów a zużyciem c.w.u. dla instalacji badawczej na stanowisku numer 2 dla okresu 01.05.2020-31.08.2020

Projekt współfinansowany ze środków Europejskiego Funduszu Rozwoju Regionalnego w ramach Wielkopolskiego Regionalnego Programu Operacyjnego na lata 2014-2020. Oś priorytetowa 1 „Innowacyjna i konkurencyjna gospodarka”. Projekt pt. „Zbudowanie potencjału innowacyjnego przedsiębiorstwa Nestin sp. z o.o. dzięki wsparciu badań przemysłowych nad działaniem układów solarnych i zastosowaniem wyników w technologiach ICT”. Dotyczy RPWP.01.2.00-30-0066/17-00

Na Wykresie 5.4. przedstawiono korelację między mocą cieplną pochodzącą z instalacji solarnej i kotłów w GJ (Zmn3) a zużyciem c.w.u. w dm³/mk*d (Zmn4) dla instalacji badawczej na stanowisku numer 1 (linia ciągła czerwona) wraz z zaznaczonymi przedziałami ufności 0,95 (linie czerwone kreskowe). Korelacja r wynosiła około 0,63, co – jak w przypadku instalacji badawczej numer 2- oznacza korelację wysoką (zależność znaczna).



Wyk.5.4. Badanie korelacji między mocą cieplną pochodzącą z instalacji solarnej i kotłów a zużyciem c.w.u. dla instalacji badawczej na stanowisku numer 1 dla okresu 01.05.2020-31.08.2020

Projekt współfinansowany ze środków Europejskiego Funduszu Rozwoju Regionalnego w ramach Wielkopolskiego Regionalnego Programu Operacyjnego na lata 2014-2020. Oś priorytetowa 1 „Innowacyjna i konkurencyjna gospodarka”. Projekt pt. „Zbudowanie potencjału innowacyjnego przedsiębiorstwa Nestin sp. z o.o. dzięki wsparciu badań przemysłowych nad działaniem układów solarnych i zastosowaniem wyników w technologiach ICT”. Dotyczy RPWP.01.2.00-30-0066/17-00

Badanie korelacji między mocą cieplną pochodzącą z instalacji solarnej a zużyciem c.w.u. wykazało korelację słabą (praktycznie brak związku).

W poniższych tabelach (Tab.5.2-5-6) przedstawiono ilość ciepła wyprodukowaną przez instalację kotłową oraz solarną wraz ze zużyciem c.w.u. dla poszczególnych dni w miesiącach 04.2020-08.2020. W zestawieniu tym pominięto okres 01.12.2019-01.04.2020, ponieważ w okresie zimowym wydajność pracy instalacji solarnej jest mniejsza niż w lecie.

Projekt współfinansowany ze środków Europejskiego Funduszu Rozwoju Regionalnego w ramach Wielkopolskiego Regionalnego Programu Operacyjnego na lata 2014-2020. Oś priorytetowa 1 „Innowacyjna i konkurencyjna gospodarka”. Projekt pt. „Zbudowanie potencjału innowacyjnego przedsiębiorstwa Nestin sp. z o.o. dzięki wsparciu badań przemysłowych nad działaniem układów solarnych i zastosowaniem wyników w technologiach ICT”. Dotyczy RPWP.01.2.00-30-0066/17-00

Tab.5.2. Zestawienie danych dla obu stanowisk badawczych dla okresu: 04.2020 r.

Stanowisko nr 2 – zasobnik 250 dm³

Dni	Instalacja solarna	Instalacja kotłowa	Razem	C.W.U
	[GJ]	[GJ]	[GJ]	[dm ³]
1	0,04	0,05	0,09	280
2	0,01	0,06	0,07	220
3	0,04	0,05	0,09	300
4	0,03	0,07	0,1	460
5	0,05	0,03	0,08	250
6	0,05	0,03	0,08	210
7	0,04	0,04	0,08	290
8	0,05	0,02	0,07	220
9	0,04	0,03	0,07	290
10	0,05	0,04	0,09	310
11	0,05	0,04	0,09	360
12	0,04	0,03	0,07	240
13	0,01	0,06	0,07	230
14	0,02	0,05	0,07	250
15	0,03	0,05	0,08	230
16	0,04	0,03	0,07	240
17	0,05	0,02	0,07	220
18	0,06	0,05	0,11	380

Stanowisko nr 1 - zasobnik 200 dm³

Dni	Instalacja solarna	Instalacja kotłowa	Razem	C.W.U
	[GJ]	[GJ]	[GJ]	[dm ³]
1	0,04	0,02	0,06	30
2	0	0,04	0,04	30
3	0,03	0,02	0,05	40
4	0,05	0,05	0,1	320
5	0,03	0,01	0,04	90
6	0,04	0,02	0,06	80
7	0,04	0,01	0,05	60
8	0,04	0,03	0,07	190
9	0,03	0,01	0,04	70
10	0,04	0,02	0,06	110
11	0,04	0,05	0,09	320
12	0,04	0,01	0,05	60
13	0,02	0,03	0,05	30
14	0,02	0,02	0,04	30
15	0,04	0,03	0,07	150
16	0,03	0,02	0,05	160
17	0,04	0,03	0,07	60
18	0,03	0,01	0,04	110

Projekt współfinansowany ze środków Europejskiego Funduszu Rozwoju Regionalnego w ramach Wielkopolskiego Regionalnego Programu Operacyjnego na lata 2014-2020. Oś priorytetowa 1 „Innowacyjna i konkurencyjna gospodarka”. Projekt pt. „Zbudowanie potencjału innowacyjnego przedsiębiorstwa Nestin sp. z o.o. dzięki wsparciu badań przemysłowych nad działaniem układów solarnych i zastosowaniem wyników w technologiach ICT”. Dotyczy RPWP.01.2.00-30-0066/17-00

19	0,04	0,04	0,08	290		0,04	0,01	0,05	70
20	0,05	0,04	0,09	290		0,03	0,02	0,05	30
21	0,04	0,04	0,08	280		0,05	0,02	0,07	170
22	0,05	0,03	0,08	230		0,04	0,02	0,06	120
23	0,05	0,03	0,08	240		0,04	0,02	0,06	30
24	0,03	0,03	0,06	210		0,04	0,03	0,07	340
25	0,02	0,05	0,07	310		0,01	0,05	0,06	50
26	0,03	0,04	0,07	230		0,02	0,03	0,05	50
27	0,05	0,03	0,08	240		0,05	0,02	0,07	70
28	0,05	0,02	0,07	230		0,04	0,02	0,06	180
29	0,01	0,07	0,08	270		0	0,05	0,05	30
30	0,03	0,04	0,07	290		0,02	0,03	0,05	40
Suma	1,15	1,21	2,36	8090	Suma	0,98	0,75	1,73	3120

Projekt współfinansowany ze środków Europejskiego Funduszu Rozwoju Regionalnego w ramach Wielkopolskiego Regionalnego Programu Operacyjnego na lata 2014-2020. Oś priorytetowa 1 „Innowacyjna i konkurencyjna gospodarka”. Projekt pt. „Zbudowanie potencjału innowacyjnego przedsiębiorstwa Nestin sp. z o.o. dzięki wsparciu badań przemysłowych nad działaniem układów solarnych i zastosowaniem wyników w technologiach ICT”. Dotyczy RPWP.01.2.00-30-0066/17-00

Tab.5.3. Zestawienie danych dla obu stanowisk badawczych dla okresu: 05.2020 r.

Stanowisko nr 2 - zasobnik 250 dm³

Dni	Instalacja solarna	Instalacja kotłowa	Razem	C.W.U
	[GJ]	[GJ]	[GJ]	[dm ³]
1	0,01	0,05	0,06	260
2	0,03	0,07	0,1	410
3	0,02	0,05	0,07	260
4	0,02	0,06	0,08	340
5	0,03	0,04	0,07	280
6	0,04	0,05	0,09	330
7	0,04	0,05	0,09	310
8	0,05	0,04	0,09	370
9	0,05	0,03	0,08	270
10	0,03	0,06	0,09	380
11	0,01	0,08	0,09	360
12	0,03	0,04	0,07	290
13	0,03	0,05	0,08	330
14	0,02	0,06	0,08	390
15	0,06	0,05	0,11	410
16	0,02	0,06	0,08	350
17	0,04	0,03	0,07	280
18	0,02	0,05	0,07	290

Stanowisko nr 1 - zasobnik 200 dm³

Instalacja solarna	Instalacja kotłowa	Razem	C.W.U
[GJ]	[GJ]	[GJ]	[dm ³]
0,02	0,02	0,04	70
0,02	0,06	0,08	300
0,04	0,02	0,06	30
0,01	0,03	0,04	70
0,02	0,05	0,07	240
0,04	0,02	0,06	70
0,05	0,02	0,07	50
0,03	0,02	0,05	80
0,05	0,03	0,08	280
0,02	0,01	0,03	30
0	0,04	0,04	40
0,03	0,03	0,06	190
0,03	0,04	0,07	80
0,02	0,03	0,05	50
0,05	0,03	0,08	140
0,01	0,02	0,03	160
0,05	0,03	0,08	190
0,02	0,04	0,06	130

Projekt współfinansowany ze środków Europejskiego Funduszu Rozwoju Regionalnego w ramach Wielkopolskiego Regionalnego Programu Operacyjnego na lata 2014-2020. Oś priorytetowa 1 „Innowacyjna i konkurencyjna gospodarka”. Projekt pt. „Zbudowanie potencjału innowacyjnego przedsiębiorstwa Nestin sp. z o.o. dzięki wsparciu badań przemysłowych nad działaniem układów solarnych i zastosowaniem wyników w technologiach ICT”. Dotyczy RPWP.01.2.00-30-0066/17-00

19	0,01	0,06	0,07	280		0	0,05	0,05	80
20	0,05	0,04	0,09	310		0,05	0,02	0,07	110
21	0,05	0,04	0,09	390		0,04	0,02	0,06	60
22	0,04	0,06	0,1	350		0,04	0,03	0,07	180
23	0	0,08	0,08	400		0	0,05	0,05	160
24	0,03	0,05	0,08	300		0,01	0,03	0,04	30
25	0,02	0,07	0,09	360		0,01	0,01	0,02	50
26	0,01	0,06	0,07	310		0,03	0,02	0,05	130
27	0,05	0,04	0,09	340		0,04	0,02	0,06	50
28	0,01	0,07	0,08	400		0,02	0,03	0,05	70
29	0,05	0,06	0,11	440		0,03	0,03	0,06	120
30	0,04	0,04	0,08	280		0,03	0,02	0,05	50
31	0,05	0,05	0,1	480		0,05	0,02	0,07	250
Suma	0,96	1,64	2,6	10550	Suma	0,86	0,89	1,75	3540

Projekt współfinansowany ze środków Europejskiego Funduszu Rozwoju Regionalnego w ramach Wielkopolskiego Regionalnego Programu Operacyjnego na lata 2014-2020. Oś priorytetowa 1 „Innowacyjna i konkurencyjna gospodarka”. Projekt pt. „Zbudowanie potencjału innowacyjnego przedsiębiorstwa Nestin sp. z o.o. dzięki wsparciu badań przemysłowych nad działaniem układów solarnych i zastosowaniem wyników w technologiach ICT”. Dotyczy RPWP.01.2.00-30-0066/17-00

Tab.5.4. Zestawienie danych dla obu stanowisk badawczych dla okresu: 06.2020 r.

Stanowisko nr 2 - zasobnik 250 dm³

Dni	Instalacja solarna	Instalacja kotłowa	Razem	C.W.U
	[GJ]	[GJ]	[GJ]	[dm3]
1	0,05	0,04	0,09	330
2	0,03	0,07	0,1	450
3	0,04	0,04	0,08	350
4	0,06	0,03	0,09	300
5	0,01	0,09	0,1	470
6	0,02	0,09	0,11	520
7	0,01	0,06	0,07	320
8	0,01	0,07	0,08	300
9	0,04	0,05	0,09	350
10	0,01	0,08	0,09	390
11	0,03	0,06	0,09	450
12	0,04	0,04	0,08	360
13	0,05	0,03	0,08	340
14	0,05	0,04	0,09	380
15	0,03	0,04	0,07	330
16	0,05	0,03	0,08	280
17	0,05	0,03	0,08	300
18	0,02	0,06	0,08	350

Stanowisko nr 1 - zasobnik 200 dm³

Instalacja solarna	Instalacja kotłowa	Razem	C.W.U
			[dm3]
[GJ]	[GJ]	[GJ]	[dm3]
0,04	0,02	0,06	70
0,03	0,03	0,06	80
0,03	0,01	0,04	30
0,04	0,02	0,06	70
0,01	0,03	0,04	30
0,01	0,04	0,05	30
0,01	0,04	0,05	180
0	0,05	0,05	140
0,04	0,02	0,06	90
0,01	0,04	0,05	70
0,03	0,02	0,05	60
0,04	0,03	0,07	150
0,04	0,01	0,05	40
0,05	0	0,05	70
0,04	0,02	0,06	30
0,03	0,02	0,05	190
0,05	0,01	0,06	80
0,03	0,02	0,05	100

Projekt współfinansowany ze środków Europejskiego Funduszu Rozwoju Regionalnego w ramach Wielkopolskiego Regionalnego Programu Operacyjnego na lata 2014-2020. Oś priorytetowa 1 „Innowacyjna i konkurencyjna gospodarka”. Projekt pt. „Zbudowanie potencjału innowacyjnego przedsiębiorstwa Nestin sp. z o.o. dzięki wsparciu badań przemysłowych nad działaniem układów solarnych i zastosowaniem wyników w technologiach ICT”. Dotyczy RPWP.01.2.00-30-0066/17-00

19	0	0,05	0,05	260		0	0,06	0,06	220
20	0,01	0,07	0,08	310		0,04	0,04	0,08	120
21	0,02	0,05	0,07	310		0	0,04	0,04	30
22	0,02	0,04	0,06	260		0,03	0,02	0,05	40
23	0,03	0,04	0,07	330		0,02	0,03	0,05	190
24	0,01	0,05	0,06	290		0	0,05	0,05	160
25	0,03	0,05	0,08	360		0,06	0,02	0,08	40
26	0,03	0,05	0,08	370		0,02	0,04	0,06	200
27	0,04	0,03	0,07	270		0,03	0,01	0,04	80
28	0,05	0,03	0,08	310		0,04	0,01	0,05	50
29	0	0,06	0,06	290		0,01	0,03	0,04	80
30	0,05	0,05	0,1	370		0,04	0,02	0,06	160
Suma	0,89	1,52	2,41	10300	Suma	0,82	0,8	1,62	2880

Projekt współfinansowany ze środków Europejskiego Funduszu Rozwoju Regionalnego w ramach Wielkopolskiego Regionalnego Programu Operacyjnego na lata 2014-2020. Oś priorytetowa 1 „Innowacyjna i konkurencyjna gospodarka”. Projekt pt. „Zbudowanie potencjału innowacyjnego przedsiębiorstwa Nestin sp. z o.o. dzięki wsparciu badań przemysłowych nad działaniem układów solarnych i zastosowaniem wyników w technologiach ICT”. Dotyczy RPWP.01.2.00-30-0066/17-00

Tab.5.5. Zestawienie danych dla obu stanowisk badawczych dla okresu: 07.2020 r.

Stanowisko nr 2 - zasobnik 250 dm³

Dni	Instalacja solarna	Instalacja kotłowa	Razem	C.W.U
	[GJ]	[GJ]		
1	0,03	0,04	0,07	280
2	0,03	0,05	0,08	320
3	0,02	0,04	0,06	300
4	0,05	0,03	0,08	320
5	0,04	0,04	0,08	310
6	0,03	0,04	0,07	230
7	0,02	0,05	0,07	290
8	0,02	0,06	0,08	310
9	0,01	0,06	0,07	310
10	0,03	0,06	0,09	380
11	0,02	0,09	0,11	520
12	0,04	0,04	0,08	340
13	0,02	0,04	0,06	230
14	0,05	0,03	0,08	270
15	0,04	0,04	0,08	310
16	0,02	0,07	0,09	430
17	0,03	0,04	0,07	370

Stanowisko nr 1 - zasobnik 200 dm³

Instalacja solarna	Instalacja kotłowa	Razem	C.W.U
0,02	0,02	0,04	30
0,03	0,01	0,04	20
0,04	0,02	0,06	130
0,05	0,02	0,07	180
0,03	0,01	0,04	40
0,04	0,01	0,05	60
0,03	0,01	0,04	30
0	0,04	0,04	50
0,01	0,04	0,05	220
0,02	0,02	0,04	60
0,01	0,04	0,05	150
0,04	0,03	0,07	150
0,03	0,02	0,05	70
0,03	0,01	0,04	60
0,04	0,02	0,06	130
0,01	0,04	0,05	120
0,03	0,01	0,04	90

Projekt współfinansowany ze środków Europejskiego Funduszu Rozwoju Regionalnego w ramach Wielkopolskiego Regionalnego Programu Operacyjnego na lata 2014-2020. Oś priorytetowa 1 „Innowacyjna i konkurencyjna gospodarka”. Projekt pt. „Zbudowanie potencjału innowacyjnego przedsiębiorstwa Nestin sp. z o.o. dzięki wsparciu badań przemysłowych nad działaniem układów solarnych i zastosowaniem wyników w technologiach ICT”. Dotyczy RPWP.01.2.00-30-0066/17-00

18	0,05	0,02	0,07	240		0,05	0,03	0,08	230
19	0,05	0,03	0,08	240		0,04	0,01	0,05	30
20	0,02	0,03	0,05	280		0,02	0,02	0,04	40
21	0,03	0,06	0,09	370		0,04	0,01	0,05	10
22	0,04	0,02	0,06	120		0,03	0,01	0,04	30
23	0,01	0	0,01	0		0,01	0,03	0,04	30
24	0,05	0	0,05	0		0,02	0,02	0,04	80
25	0,03	0	0,03	0		0,03	0,01	0,04	80
26	0,04	0	0,04	0		0,01	0,02	0,03	50
27	0,04	0	0,04	0		0,03	0,02	0,05	40
28	0,03	0	0,03	0		0,03	0,01	0,04	40
29	0,03	0	0,03	0		0,05	0,02	0,07	170
30	0,05	0	0,05	0		0,03	0,02	0,05	30
31	0,04	0,02	0,06	230		0,05	0,01	0,06	100
Suma	1,01	1	2,01	7000	Suma	0,9	0,61	1,51	2550

Projekt współfinansowany ze środków Europejskiego Funduszu Rozwoju Regionalnego w ramach Wielkopolskiego Regionalnego Programu Operacyjnego na lata 2014-2020. Oś priorytetowa 1 „Innowacyjna i konkurencyjna gospodarka”. Projekt pt. „Zbudowanie potencjału innowacyjnego przedsiębiorstwa Nestin sp. z o.o. dzięki wsparciu badań przemysłowych nad działaniem układów solarnych i zastosowaniem wyników w technologiach ICT”. Dotyczy RPWP.01.2.00-30-0066/17-00

Tab.5.6. Zestawienie danych dla obu stanowisk badawczych dla okresu: 08.2020 r.

Stanowisko nr 2 - zasobnik 250 dm³

Dni	Instalacja solarna	Instalacja kotłowa	Razem	C.W.U
	[GJ]	[GJ]	[GJ]	[dm ³]
1	0,05	0,03	0,08	370
2	0,03	0,03	0,06	240
3	0	0,06	0,06	270
4	0	0,05	0,05	250
5	0,06	0,05	0,11	490
6	0,05	0,03	0,08	300
7	0,04	0,02	0,06	320
8	0,05	0,01	0,06	190
9	0,03	0	0,03	360
10	0,05	0,02	0,07	300
11	0,05	0,02	0,07	230
12	0,05	0,02	0,07	320
13	0,05	0	0,05	370
14	0,03	0,03	0,06	330
15	0,04	0,02	0,06	350
16	0,05	0,01	0,06	240
17	0,04	0,02	0,06	240
18	0,03	0,03	0,06	310

Stanowisko nr 1 - zasobnik 200 dm³

Instalacja solarna	Instalacja kotłowa	Razem	C.W.U
			[dm ³]
[GJ]	[GJ]	[GJ]	[dm ³]
0,04	0	0,04	80
0,03	0,01	0,04	110
0	0,04	0,04	50
0	0,05	0,05	200
0,03	0,02	0,05	50
0,06	0,01	0,07	50
0,04	0	0,04	60
0,05	0	0,05	240
0,03	0	0,03	120
0,04	0,02	0,06	340
0,04	0	0,04	80
0,05	0	0,05	170
0,04	0	0,04	30
0,02	0	0,02	30
0,04	0	0,04	180
0,04	0	0,04	100
0,04	0	0,04	150
0,02	0	0,02	60

Projekt współfinansowany ze środków Europejskiego Funduszu Rozwoju Regionalnego w ramach Wielkopolskiego Regionalnego Programu Operacyjnego na lata 2014-2020. Oś priorytetowa 1 „Innowacyjna i konkurencyjna gospodarka”. Projekt pt. „Zbudowanie potencjału innowacyjnego przedsiębiorstwa Nestin sp. z o.o. dzięki wsparciu badań przemysłowych nad działaniem układów solarnych i zastosowaniem wyników w technologiach ICT”. Dotyczy RPWP.01.2.00-30-0066/17-00

19	0,03	0,03	0,06	230		0,05	0	0,05	50
20	0,05	0,02	0,07	270		0,04	0	0,04	80
21	0,04	0,03	0,07	260		0,04	0	0,04	130
22	0,01	0,03	0,04	310		0,01	0,03	0,04	160
23	0,03	0,03	0,06	260		0,04	0,02	0,06	180
24	0,03	0,03	0,06	270		0,03	0,02	0,05	10
25	0,04	0,02	0,06	220		0,04	0,02	0,06	40
26	0,02	0,05	0,07	330		0,01	0,02	0,03	50
27	0,01	0,06	0,07	300		0	0,04	0,04	80
28	0,01	0,06	0,07	350		0,02	0,03	0,05	30
29	0,03	0,04	0,07	270		0,02	0,02	0,04	150
30	0,02	0,03	0,05	210		0,01	0,02	0,03	100
31	0,01	0,05	0,06	280		0,02	0,04	0,06	250
Suma	1,03	0,93	1,96	9040	Suma	0,94	0,41	1,35	3410

Projekt współfinansowany ze środków Europejskiego Funduszu Rozwoju Regionalnego w ramach Wielkopolskiego Regionalnego Programu Operacyjnego na lata 2014-2020. Oś priorytetowa 1 „Innowacyjna i konkurencyjna gospodarka”. Projekt pt. „Zbudowanie potencjału innowacyjnego przedsiębiorstwa Nestin sp. z o.o. dzięki wsparciu badań przemysłowych nad działaniem układów solarnych i zastosowaniem wyników w technologiach ICT”. Dotyczy RPWP.01.2.00-30-0066/17-00

Po analizie powyższych tabel sporządzono zestawienie liczby dni w miesiącach kwiecień-sierpień, w których moc cieplna dostarczana przez instalację solarną jest większa lub taka sama, jak moc cieplna dostarczana przez instalację kotłową. Podano też wartości mocy cieplnej :maksymalne dobowe i średnie, a także ilość zużytej c.w.u. w [dm³/d*mk].

Tab.5.7. Zestawienie danych dla obu stanowisk badawczych dla okresu: 04-08.2020 r.

Miesiąc	Liczba dni w miesiącu	I _s		P _{max}		P _{śr}		q	
		A	B	A	B	A	B	A	B
	[d]	[d]	[d]	[GJ/d]	[GJ/d]	[GJ/d]	[GJ/d]	[dm ³ /d*mk]	[dm ³ /d*mk]
04.2020	30	23	19	0,05	0,06	0,032	0,038	26,00	67,42
05.2020	31	18	9	0,05	0,06	0,028	0,031	28,55	85,08
06.2020	30	19	11	0,06	0,06	0,027	0,030	24,00	85,83
07.2020	31	25	17	0,05	0,05	0,029	0,033	20,56	56,45
08.2020	31	23	22	0,06	0,06	0,030	0,034	27,50	72,90

Oznaczenia:

I_s – liczba dni, w których moc cieplna dostarczana przez instalację solarną jest większa lub taka sama, jak moc cieplna dostarczana przez instalację kotłową

A- Stanowisko badawcze numer 1

B- Stanowisko badawcze numer 2

P_{max}- maksymalna dobowa moc cieplna, dostarczana przez instalację solarną

P_{śr}- średnia dobowa moc cieplna, dostarczana przez instalację solarną w danym miesiącu

q- ilość c.w.u. przypadająca na jednego mieszkańca w ciągu doby

Projekt współfinansowany ze środków Europejskiego Funduszu Rozwoju Regionalnego w ramach Wielkopolskiego Regionalnego Programu Operacyjnego na lata 2014-2020. Oś priorytetowa 1 „Innowacyjna i konkurencyjna gospodarka”. Projekt pt. „Zbudowanie potencjału innowacyjnego przedsiębiorstwa Nestin sp. z o.o. dzięki wsparciu badań przemysłowych nad działaniem układów solarnych i zastosowaniem wyników w technologiach ICT”. Dotyczy RPWP.01.2.00-30-0066/17-00

Z analizy Tabeli 5.7 wynika, że niezależnie od ilości zużytej c.w.u. maksymalna moc dostarczana przez instalację solarną nie była większa niż 0,06 GJ/d dla obu stanowisk badawczych.

W Tabeli 5.8 zawarto informacje o stopniu pokrycia Sp [%] przez instalację solarną zapotrzebowania na ciepło dla pozyskania c.w.u. w poszczególnych miesiącach.

Tab.5.8. Stopień pokrycia Sp [%] przez instalację solarną zapotrzebowania na ciepło dla pozyskania c.w.u. w poszczególnych miesiącach

Miesiąc	Stanowisko nr 2				Stanowisko nr 1			
	Moc cieplna-kocioł	Moc cieplna-inst. solar.	q	Sp	Moc cieplna-kocioł	Moc cieplna-inst. solar.	q	Sp
	[GJ]	[GJ]	[dm ³ /d*mk]	[%]	[GJ]	[GJ]	[dm ³ /d*mk]	[%]
12.2019	2,37	0,11	76,29	4,4	1,5	0,03	25,08	2,0
01.2020	2,45	0,2	84,08	7,5	1,49	0,11	27,25	6,9
02.2020	2,2	0,26	74,05	10,6	1,41	0,17	28,63	10,8
03.2020	1,93	0,81	82,1	29,6	1,12	0,57	28,71	33,7
04.2020	1,21	1,15	67,42	48,7	0,75	0,98	26	56,6
05.2020	1,64	0,96	85,08	36,9	0,89	0,86	28,55	49,1
06.2020	1,52	0,89	85,83	36,9	0,8	0,82	24	50,6
07.2020	1	1,01	56,45	50,2	0,61	0,9	20,56	59,6
08.2020	0,93	1,03	72,9	52,6	0,41	0,94	27,5	69,6

Projekt współfinansowany ze środków Europejskiego Funduszu Rozwoju Regionalnego w ramach Wielkopolskiego Regionalnego Programu Operacyjnego na lata 2014-2020. Oś priorytetowa 1 „Innowacyjna i konkurencyjna gospodarka”. Projekt pt. „Zbudowanie potencjału innowacyjnego przedsiębiorstwa Nestin sp. z o.o. dzięki wsparciu badań przemysłowych nad działaniem układów solarnych i zastosowaniem wyników w technologiach ICT”. Dotyczy RPWP.01.2.00-30-0066/17-00

Z powyższej tabeli wynika, że w okresie letnim, stopień pokrycia przez instalację solarną zapotrzebowania na ciepło dla pozyskania c.w.u. w poszczególnych miesiącach wynosił maksymalnie ok. 52 % w przypadku stanowiska badawczego numer 2 i ok. 70% w przypadku stanowiska badawczego numer 1.

7. Podsumowanie

1. Bardzo znaczący wpływ na wyniki badań wywołała sytuacja epidemiczna w Polsce, związana z pojawieniem się pandemii koronawirusa. Zachorowalność na wirusa zaobserwowano w kraju od marca 2020. Od tego momentu wprowadzono wiele ograniczeń do życia całego społeczeństwa, co przełożyło się także na sposób funkcjonowania gospodarstw domowych, w tym również tych które brały udział w badaniach.

Cała rodzina zamieszkała w budynku w którym zlokalizowano stanowisko badawcze numer 2 przeszła na pracę zdalną, dzieci w wieku przedszkolnym i wczesnoszkolnym przeszły na naukę zdalną. W związku z tym zdecydowanie wzrosło zużycie ciepłej wody w gospodarstwie domowym. Wzrost zużycia ciepłej wody pokazano w poniższej tabeli.

Tab.1 Ilości zużywanej c.w.u. na stanowisku nr 2					
	2019		2020		wzrost zużycia wody [%]
	[litr/miesiąc]	[litr/os*d]	[litr/miesiąc]	[litr/os*d]	
kwiecień	6120	51,0	8090	67,4	32,2
maj	6980	56,3	10550	85,1	51,1
czerwiec	6990	58,3	10300	85,8	47,4
lipiec	6070	49,0	7000	56,5	15,3
sierpień	6870	55,4	9040	72,9	31,6
Średnia	6606	54,0	8996	73,5	36,2

Porównano przedziały czasowe od kwietnia do sierpnia roku 2019 do analogicznego okresu w roku 2020, gdzie życie społeczne naznaczyła pandemia. Zużycie ciepłej

Projekt współfinansowany ze środków Europejskiego Funduszu Rozwoju Regionalnego w ramach Wielkopolskiego Regionalnego Programu Operacyjnego na lata 2014-2020. Oś priorytetowa 1 „Innowacyjna i konkurencyjna gospodarka”. Projekt pt. „Zbudowanie potencjału innowacyjnego przedsiębiorstwa Nestin sp. z o.o. dzięki wsparciu badań przemysłowych nad działaniem układów solarnych i zastosowaniem wyników w technologiach ICT”. Dotyczy RPWP.01.2.00-30-0066/17-00

wody wzrosło w każdym miesiącu, od 15,3% przy danych w odniesieniu do lipca do 51,1% w przypadku analizowania maja. Jednostkowe dobowe zużycie ciepłej wody użytkowej wzrosło z poziomu 54 litrów/osobę do poziomu 75 litrów/osobę co stanowi wzrost aż o 36,2%. Liczba dni które rodziny spędziły w analizowanym okresie na wypoczynku poza domem nie miały znaczącego wpływu na otrzymane dane, gdyż ilościowo i okresowo były bardzo do siebie zbliżone (9 dni w lipcu 2019, 8 dni w lipcu 2020).

Ilość zużywanej ciepłej wody użytkowej ma bezpośredni wpływ na sposób funkcjonowania instalacji solarnej jaki i dobór części składowych. W związku z tak znaczącym wzrostem zużyciem ciepłej wody użytkowej o około 36% układy solarne pracowały zdecydowanie mniej efektywniej porównując analogiczne okresy rok do roku. Mimo okresu letniego 2 kolektory słoneczne nie były w stanie podgrzać tak dużej ilości ciepłej wody i stopień pokrycia solarne pozostał na niskim poziomie. Fakt iż zdecydowany wzrost ilości ciepłej wody użytkowej nie wpłynął na ilość ciepła pozyskanej z instalacji solarnej jest jednak bardzo ważny przy tworzeniu aplikacji gdyż wynika z niego maksymalny uzysk słoneczny jaki mogą osiągnąć 2 kolektory słoneczne i kształtuje on się na poziomie około 7,92GJ (2200 kWh).

2. Rzeczywisty rozkład energii pozyskany z instalacji solarnej na podgrzanie c.w.u w ciągu roku okazał się zupełnie różny od prezentowanego w programach symulacyjnych typu Kolektorek 2.0. W przeprowadzonych badaniach w okresie 6 miesięcy od kwietnia do września uzyskano średnio za 78,5% całości energii pozyskanej z instalacji kolektorów słonecznych. Podczas gdy z programów symulacyjnych procent ten był dużo niższy i wynosi poniżej 70%. Zatem właściwe było stwierdzenie iż to miesiące w których jest więcej promieniowania słonecznego odpowiadają w Polsce w znacznie większym stopniu za sprawność całego układu.
3. Bardzo znaczący okazał się wpływ cyrkulacji ciepłej wody użytkowej, w które wyposażone były badane gospodarstwa domowe. Działająca w nocy instalacja cyrkulacji, wymuszała obieg ciepłej wody użytkowej i w ten sposób wychładzała zasobnik. W następstwie powodowało to częstsze załączania się kotła gazowego,

Projekt współfinansowany ze środków Europejskiego Funduszu Rozwoju Regionalnego w ramach Wielkopolskiego Regionalnego Programu Operacyjnego na lata 2014-2020. Oś priorytetowa 1 „Innowacyjna i konkurencyjna gospodarka”. Projekt pt. „Zbudowanie potencjału innowacyjnego przedsiębiorstwa Nestin sp. z o.o. dzięki wsparciu badań przemysłowych nad działaniem układów solarnych i zastosowaniem wyników w technologiach ICT”. Dotyczy RPWP.01.2.00-30-0066/17-00

nawet w miesiące letnie gdzie teoretycznie dodatkowe źródło ciepła powinno pracować sporadycznie. Dlatego zdecydowano się zmodernizować układy cyrkulacji, aby w godzinach nocnych wyłączać pompę cyrkulacyjną i w ten sposób zmagazynować większą ilość ciepła w zasobniku.

4. Zaobserwowano bardzo dużo nierównomierność rozkładu temperatur w samym zasobniku. Latem w dolnej części zasobnika, podgrzewanej przez kolektory słoneczne osiągnięto temperaturę około 70stC. Natomiast w górnej części zasobnika, podgrzewanej przez kocioł gazowy osiągnano temperaturę 45stC. Te wartości były zgodne z oczekiwaniami, natomiast brak możliwości zmieszania się wody o różnej temperaturze miał wpływ na pracę całego układu solarnego i ciepłej wody użytkowej. Problemem był brak ujednoczonej, uśrednionej na podobnym poziomie temperatury ciepłej wody użytkowej co skutkowało częstszym załączaniem się dodatkowego źródła ciepła. Było to spowodowane ochłodzeniem się zasobnika w górnej części przy jednocześnie wysokiej temperaturze w jego górnej części. W związku z tym stwierdzono iż nawet nie sama wielkość zasobnika, ale jego budowa, w tym szczególności jego wysokość ma znaczący wpływ na pracę układów solarnych.
5. Uzyskane dane z pomiarów zostały zaimplementowane do aplikacji ICT