

Bożena BABIARZ
Magdalena KLOC
Politechnika Rzeszowska

OBLICZENIOWE I RZECZYWISTE ZAPOTRZEBOWANIE NA CIEPŁO DLA POTRZEB CIEPŁEJ WODY UŻYTKOWEJ BUDOWNICTWA MIESZKALNEGO

W niniejszej pracy przedstawiono analizę zużycia ciepłej wody użytkowej i ciepła niezbędnego do jej przygotowania dla sześciu budynków wielorodzinnych osiedla Baranówka. Porównano rzeczywiste zużycie ciepła z obliczeniowym zapotrzebowaniem na energię. Opisano metodę obliczania ilości zużywanej energii cieplnej potrzebnej do przygotowania ciepłej wody użytkowej.

1. Wstęp

Ciepła woda użytkowa stanowi nieodłączny element egzystencji człowieka. W przypadku budynków wielorodzinnych źródłem ciepła na potrzeby ciepłej wody użytkowej są zazwyczaj miejskie systemy ciepłownicze lub zbiorowe kotłownie osiedlowe. Ze względu na zbyt duże zużycie ciepła, wysokie koszty eksploatacji i konserwacji oraz wskutek niewłaściwej obsługi wiele instalacji ciepłej wody pracuje nieekonomicznie. W niniejszej pracy porównano rzeczywiste i obliczeniowe zapotrzebowanie na ciepło do przygotowania ciepłej wody użytkowej na przykładzie istniejącego budownictwa mieszkalnego, z uwzględnieniem obecnych wymagań wynikających z przepisów obecnych [3]. Wykorzystano dane udostępnione przez Rzeszowską Spółdzielnię Mieszkaniową.

2. Analiza zużycia ciepła

2.1. Lokalizacja analizowanego osiedla

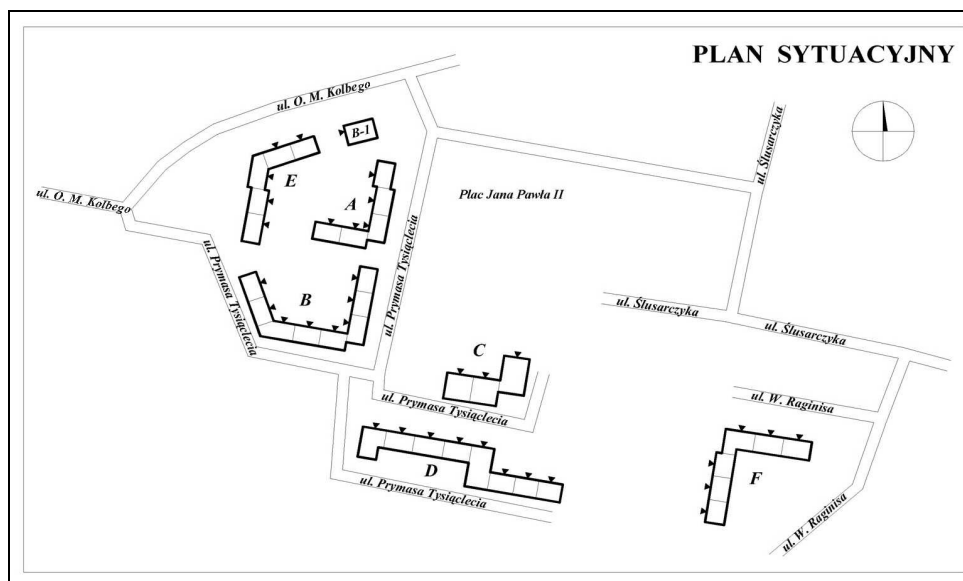
Analizą objęto wybrane wielorodzinne budynki mieszkalne z osiedla Baranówka, należące do Rzeszowskiej Spółdzielni Mieszkaniowej. Administracyjne osiedle Rzeszowa, usytuowane w dzielnicy Baranówka, rozciąga się na północ od Al. Wyzwolenia aż do granicy miasta na ul. Miłocińskiej.

Do badań wybrano łącznie sześć wielorodzinnych budynków mieszkalnych, z czego pięć jest zasilanych z wymiennikowni grupowej B-1, natomiast jeden ma własną wymiennikownię. Wymiennikownia grupowa B-1 jest zlokalizowana w Rzeszowie przy ul. O.M. Kolbego 5. Z wymiennikowni B-1 są zasilane następujące budynki, które dla uproszczenia oznaczono:

- A – budynek przy ul. Prymasa Tysiąclecia 2,
- B – budynek przy ul. Prymasa Tysiąclecia 4,
- C – budynek przy ul. Prymasa Tysiąclecia 7,
- D – budynek przy ul. Prymasa Tysiąclecia 9,
- E – budynek przy ul. O.M. Kolbego 7.

Natomiast wymiennikownia indywidualna jest zlokalizowana w budynku mieszkalnym wielorodzinnym przy ul. W. Raginisa 6, oznaczonym literą F.

Na rysunku 1. przedstawiono plan sytuacyjny osiedla obejmujący badane budynki.



Rys. 1. Plan sytuacyjny

2.2. Wymiennikownia grupowa B-1 przy ul. M.O. Kolbego 5

Wymiennikownia B-1 jest źródłem ciepła na potrzeby centralnego ogrzewania oraz ciepłej wody użytkowej. Ciepła woda użytkowa jest magazynowana w dwóch pionowych zasobnikach firmy SeCeS-Pol, po 3000 dm³ każdy. Zasobniki są eksploatowane od 1989 roku. Budynki zasilane z tej wymiennikowni są zakwalifikowane do grupy taryfowej P-3, z uwagi na podłączenie do wymiennikowni grupowej. Odpowiedzialność MPEC-u za przesył ciepła na potrzeby cie-

plej wody użytkowej kończy się na pierwszych zaworach w budynkach Spółdzielni. Pomiar ciepła do celów podgrzania wody znajduje się w budynku wymiennikowni B-1. Pomiar zimnej oraz ciepłej wody również znajduje się w budynku wymiennikowni. Pomiaru dokonuje się za pomocą wodomierza. Wodomierz jest własnością MPWiK. Odczyt odbywa się raz w miesiącu, po czym MPWiK przesyła fakturę za zużycie wody do Administracji Spółdzielni Mieszkaniowej.

2.3. Wymiennikownia indywidualna przy ul. W. Raginisa 6

Wymiennikownia indywidualna jest zlokalizowana w budynku mieszkalnym wielorodzinnym przy ul. W. Raginisa 6 w Rzeszowie. Budynek został oddany do użytku w 2005 roku. W budynku znajdują się wymienniki na potrzeby centralnego ogrzewania (JAD) oraz ciepłej wody użytkowej (JAD). W węźle znajdują się dwa zasobniki ciepłej wody użytkowej, o pojemności 500 dm³ każdy. Do dnia dzisiejszego jest eksploatowany tylko jeden z zasobników. Temperatura ciepłej wody jest zadana, wprowadzona do układu regulacji. Stany wodomierzy ciepłej i zimnej wody oraz parametry centralnego ogrzewania są rejestrowane i odczytywane w pomieszczeniu węzła cieplnego, zlokalizowanym w piwnicy budynku. W węźle znajduje się podlicznik wody zimnej, stanowiącej surowiec wody ciepłej, służący jedynie do wewnętrznych rozliczeń.

Zastosowany węzeł cieplny jest dwufunkcyjny, pracuje w oparciu o wymienniki płaszczowo-rurowe firmy SeCeS-Pol, zainstalowano również pompę obiegową centralnego ogrzewania oraz cyrkulacyjną ciepłej wody użytkowej firmy Grundfos. Pompa cyrkulacyjna pracuje w sposób ciągły. Do automatycznej regulacji temperatury zastosowano zawory przelotowe współpracujące z regulatorem węzła cieplnego. Stabilizację ciśnienia dyspozycyjnego dla węzłów cieplnych realizuje się za pomocą regulatorów różnicy ciśnień z ograniczeniem przepływu bezpośredniego działania. Pomiar zużycia energii cieplnej następuje za pomocą wirnikowych przepływomierzy zamontowanych po stronie wysokich parametrów na przewodach zasilających wymienniki ciepła oraz za pomocą przeliczników ciepła. Do pokrycia zapotrzebowania zastosowano dwa równolegle połączone zasobniki ciepłej wody, o pojemności 0,5 m³ każdy.

Pomiar energii cieplnej w węźle ciepłej wody użytkowej (parametry 135/70, $G = 3,51 \text{ m}^3/\text{h}$) następuje za pomocą przepływomierza wirnikowego z wyjściem impulsowym typu MTH firmy GWF, Ø 25, $Q_h = 6,0 \text{ m}^3/\text{h}$, zamontowanego na przewodzie zasilającym, oraz licznika ciepła LQM-II firmy Apator S.A. (z interfejsem). Zainstalowane są również dwa czujniki temperaturowe zanurzeniowe.

2.4. Charakterystyka badanych budynków

Badane obiekty to budynki mieszkalne wielorodzinne, wolno stojące. Budynki A, B, C i E zostały wykonane w konstrukcji wielkopłytywowej – system

OWT-75 (oszczędnościowy wielkopłytkowy – typowy), czyli z prefabrykowanych elementów konstrukcyjnych używanych do modułowej budowy bloków mieszkalnych i innych budynków. Wyposażenie sanitarne wszystkich mieszkań jest standardowe: wanna z baterią wannową, umywalka z baterią umywalkową, wc, zlewozmywak z baterią zlewozmywakową oraz pralka. Podstawowe informacje o analizowanych budynkach zawarto w tabeli 1.

Tabela 1. Charakterystyka badanych budynków

Budynek	Liczba kondygnacji	Liczba mieszkań	Powierzchnia użytkowa [m ²]	Liczba mieszkańców	
				zameldowanych	normatywna
A	3-5	40	2432,40	134	152
B	3-5	72	4411,10	244	278
C	3-5	20	1230,80	72	71
D	4	75	4058,30	173	237
E	3-4	42	2700,10	139	173
F	4	51	2567,29	89	194

Budynki A, B, C i E

Przyłącza wodociągowe o średnicy – Ø 65 są wprowadzone do budynków do pomieszczeń wodomierzy, usytuowanych w piwnicy. Przewody wody zimnej zostały wykonane z rur stalowych ocynkowanych. Pomiar wody zimnej następuje przy użyciu wodomierzy indywidualnych. Ciepła woda jest dostarczana do budynków z wymiennikowni B-1 kanałami wraz z przewodami centralnego ogrzewania. Przewody wody ciepłej i cyrkulacji zostały wykonane z rur stalowych ocynkowanych ze wzmocnioną powłoką cynkową. Wszystkie przewody poziome przy ścianach zewnętrznych zostały izolowane termicznie matami z waty szklanej oraz płaszczem gipsowo-klejowym o grubości izolacji 4 cm. Piony ciepłej wody i cyrkulacji znajdują się w szachtach w mieszkaniach. Wszystkie mieszkania w budynku zostały wyposażone w wodomierze do pomiaru ciepłej wody, legalizowane w okresach pięcioletnich. Ponadto instalacja ciepłej wody użytkowej została wyposażona w ograniczniki cyrkulacji firmy Honeywell, montowane na pionach cyrkulacyjnych w piwnicy. Ograniczniki te są wyposażone w termostaty, nastawa zaworów wynosi 40°C.

Budynek D

Woda zimna jest pobierana do instalacji z przyłącza wykonanego z rur PE o średnicy – Ø 90 PE. Instalacje wewnętrzne w mieszkaniach (od pomiaru) wykonano z rur z tworzyw sztucznych Wirsbo-PEX. Piony i poziomy zostały wykonane z rur stalowych, ocynkowanych, o połączeniach gwintowanych. Do pomiaru pobieranej wody zamontowano wodomierze JS 15, dla każdego mieszkania oddzielnie. Wodomierze wraz z zaworami odcinającymi zostały zlokalizo-

wane na klatkach schodowych. Główny pomiar wody znajduje się w pomieszczeniu przyłącza wody za pomocą wodomierza śrubowego MP-50 firmy PoWoGaz. Ciepła woda jest dostarczana do budynku z wymiennikowni B-1. Instalacje w mieszkaniach (od pomiaru) wykonano z rur z tworzyw sztucznych w izolacji. Piony ciepłej wody i cyrkulacji są zlokalizowane w klatkach schodowych. Odległość pionów cyrkulacyjnych od punktów czerpalnych jest dość znaczna z uwagi na rozległe mieszkania, dlatego czas oczekiwania na wodę o odpowiednich parametrach jest dłuższy. Do pomiaru ilości zużytej wody zainstalowano wodomierze JS 15 na przewodach wody ciepłej i cyrkulacji w każdym mieszkaniu oddzielnie, legalizowane w okresach pięcioletnich. Główny pomiar wody jest zlokalizowany w pomieszczeniu węzła cieplnego, za pomocą wodomierza IS Ø 40, montowany na przewodzie ciepłej wody użytkowej i cyrkulacji ciepłej wody w miejscu wejścia przyłącza cieplnego do budynku. Dla równoważenia instalacji ciepłej wody zastosowano pod każdym pionem zawory równoważące STA-DR firmy TOUR & ANDERSSON HYDRONI, montowane na pionach cyrkulacyjnych w piwnicy.

Budynek F

Przyłącze wodociągowe o średnicy – Ø 75 jest wprowadzone do budynku do pomieszczenia wodomierza, usytuowanego w piwnicy. Zużycie wody zimnej jest mierzone za pomocą wodomierza skrzydełkowego Ø 40, typu JS 10-NK PoWoGaz. Przed wodomierzem został zamontowany zawór odcinający kulowy Ø 50, a za wodomierzem zawór odcinający kulowy z kurkiem spustowym (od strony wodomierza), filtr siatkowy gwintowany typu FS3 DN 50 firmy Polna S.A., zawór zwrotny antyskażeniowy 2" typu EA firmy Danfoss oraz zawór odcinający kulowy ze spustem (od strony instalacji).

Ciepła woda jest doprowadzona do mieszkań z węzła wymiennikowego zlokalizowanego w wydzielonym pomieszczeniu w piwnicach budynku. Poziomy rozprowadzające wodę ciepłą, zimną i cyrkulacje (wraz z poziomami centralnego ogrzewania) do pionów wykonano w korytarzu piwnic budynku (pod stropem kondygnacji). Od ogólnych poziomów wody zimnej, ciepłej i cyrkulacji odchodzą piony, które doprowadzają wodę do poszczególnych mieszkań. Wykonano 6 pionów do rozprowadzenia wody zimnej i 20 do rozprowadzenia wody ciepłej i cyrkulacji. Piony są zlokalizowane blisko punktów poboru wody, najczęściej jeden z pionów jest w mieszkaniu. Każde mieszkanie zostało wyposażone w wodomierz skrzydełkowy Ø 15 do wody zimnej, typu JS1,5-NK, i do wody ciepłej, typu JS 90-1,5-NK firmy PoWoGaz, legalizowane w okresach pięcioletnich. Pomiary wody zimnej i ciepłej zaprojektowano w oparciu o wodomierze z wyjściem impulsowym. Sygnał z tych wodomierzy jest doprowadzany do mieszkaniowych liczników ciepła umieszczonych w szafkach licznikowych na klatkach schodowych. Z nich, za pomocą modułu komunikacji, informacja o zużyciu energii cieplnej na cele centralnego ogrzewania oraz o zużyciu wody ciepłej i zimnej może być przesyłana do centralnego układu odczytu.

Wodomierze do wody zimnej są zamontowane w szafkach licznikowych na klatkach schodowych poszczególnych kondygnacji. Wodomierze do wody ciepłej są usytuowane bezpośrednio przy odgałęzieniach od pionów do przyborów w łazienkach i kuchniach oraz szafkach licznikowych na klatkach schodowych poszczególnych kondygnacji. Przed każdym z pionów wody zimnej i ciepłej są zamontowane zawory odcinające w piwnicy, natomiast pod pionami cyrkulacyjnymi termostatyczne zawory regulacyjne z wkładką termiczną do ograniczania cyrkulacji. Instalacja ciepłej wody jest wyposażona również w pompę cyrkulacyjną o stałych obrotach, która pracuje w sposób ciągły.

Poziomy oraz pionowy i obejścia do poszczególnych mieszkań wody zimnej są wykonane z polipropylenu, łączone przez zgrzewanie, natomiast cyrkulacja i ciepła woda są wykonane z rur stabilizowanych polipropylenu (rury te mają specjalną wkładkę aluminiową, przez co charakteryzują się mniejszymi wydłużeniami cieplnymi). Wodę zimną i ciepłą od wodomierzy do poszczególnych punktów poboru w poszczególnych mieszkaniach wykonano z rur z polietylenu sieciowego, połączenia są samozaciskowe. Przewody są izolowane otulinami z pianki polietylenowej z powłoką z folii polietylenowej, dla ciepłej wody: poziomy – izolacja 30 mm, pionowy – izolacja 25 mm, przewody są prowadzone w posadzkach i bruzdach – izolacja 13 mm.

3. Analiza zużycia wody w badanych budynkach

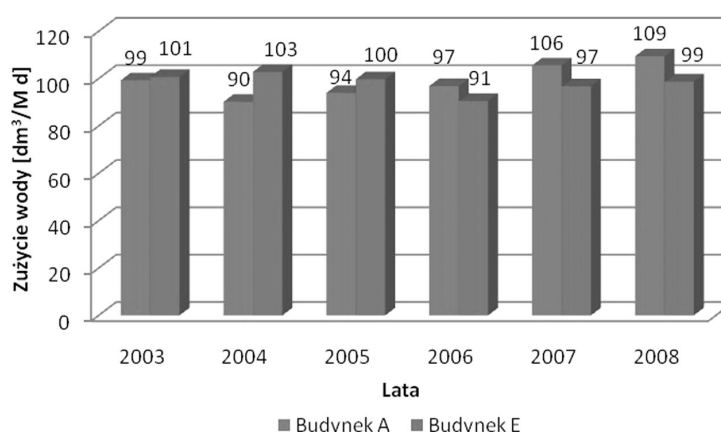
Zbiór danych do analizy z ostatnich 6 lat (2003-2008) obejmuje zużycie wody w 249 lokalach, z pięciu budynków (A, B, C, D i E). Natomiast zużycie wody w budynku F, w 51 lokalach obejmuje dane z ostatnich 2 lat (2007-2008). Średnią dobową ilość zużywanej wody zimnej i ciepłej, odnotowaną w latach 2003-2008 przez jednego mieszkańca, przedstawiono w tabeli 2.

Tabela 2. Zużycie wody zimnej i ciepłej w badanych budynkach w latach 2003-2008

Lata 2003-2008			
Budynek	średnie zużycie wody w badanych budynkach q		
	woda zimna [dm ³ /Md]	woda ciepła [dm ³ /Md]	razem woda zimna i ciepła [dm ³ /Md]
A	54	46	99
B	47	43	90
C	52	48	100
D	66	56	123
E	53	45	98
F	40	42	82
Średnio	52	47	99

Średnie zużycie wody na zaspokojenie wszystkich potrzeb mieszkańców z badanych obiektów, tj. mycie rąk, twarzy, zębów, golenie, pranie ręczne, kąpiel pod natryskiem, kąpiel w wannie, przygotowanie śniadania, obiadu, kolacji, sprzątanie mieszkania, podlewanie kwiatów, wynosi $99 \text{ dm}^3/\text{Md}$.

Budynki A i E są to budynki o podobnej liczbie mieszkań i mieszkańców. Zużycie wody przez te budynki jest na zbliżonym poziomie, co przedstawiono na rysunku 2. W budynkach tych można zauważyć początkowy spadek, a następnie wzrost zużycia wody w kolejnych latach. Wzrost zużycia wody był spowodowany najprawdopodobniej większą liczbą osób zamieszkujących badane budynki.

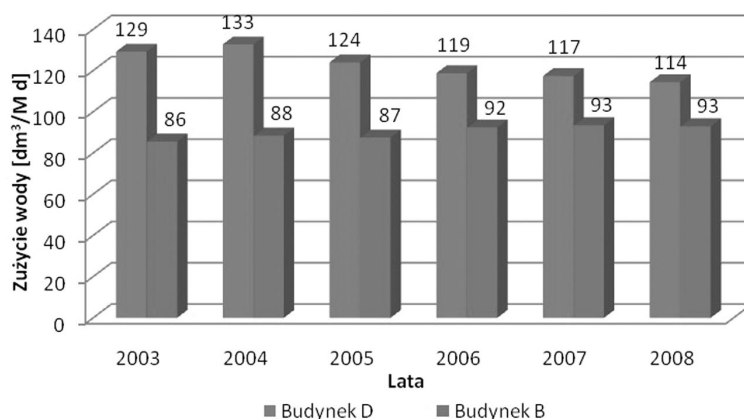


Rys. 2. Porównanie zużycia wody w dwóch podobnych badanych budynkach wielorodzinnych: A i E

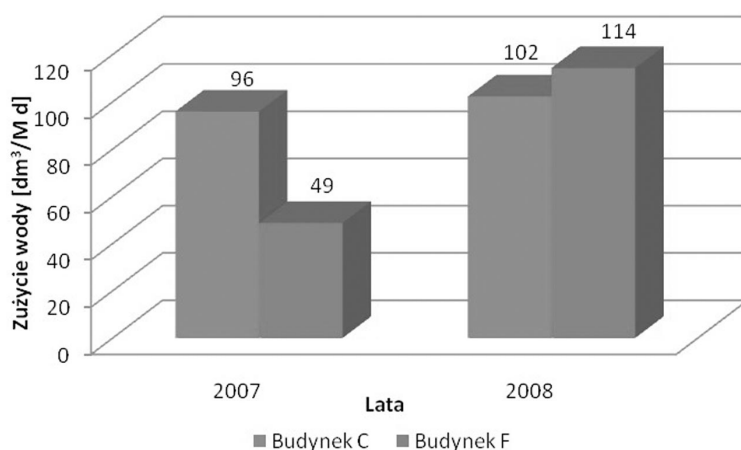
Budynki B i D to budynki o zbliżonej liczbie mieszkań. W budynku B w rozpatrywanym przedziale czasowym stopniowo wzrasta zużycie wody, być może ze względu na większą liczbę mieszkańców, co widać na rysunku 3. W budynku D zużycie wody z roku na rok maleje, wynika to z tego, że mieszkańcy zaczęli racjonalnie korzystać z wody. W roku 2008 blok B zamieszkiwało 244 mieszkańców, natomiast blok D – 173 mieszkańców. Pomimo mniejszej liczby mieszkańców odnotowano większe zużycie wody w budynku D, gdyż w obiekcie tym piony ciepłej wody i cyrkulacji są zlokalizowane w znacznych odległościach od punktów czerpalnych w mieszkaniach. Mieszkańcy muszą długo oczekiwać na wodę o odpowiedniej temperaturze, co powoduje dodatkowe straty wody.

W budynkach C i F zaobserwowano wzrost zużycia wody w latach 2007-2008, przedstawiony na rysunku 4. Blok C najprawdopodobniej zamieszkiwała większa liczba osób, które nie zostały uwzględnione w obliczeniach. Budynek F

jest nowym budynkiem o wysokim standardzie, użytkowanym od roku 2007, stąd dużo mniejsze zużycie wody w tym roku.

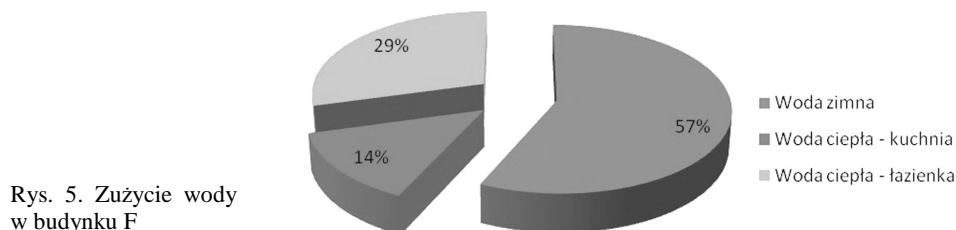


Rys. 3. Porównanie zużycia wody w dwóch podobnych badanych budynkach wielorodzinnych: B i D

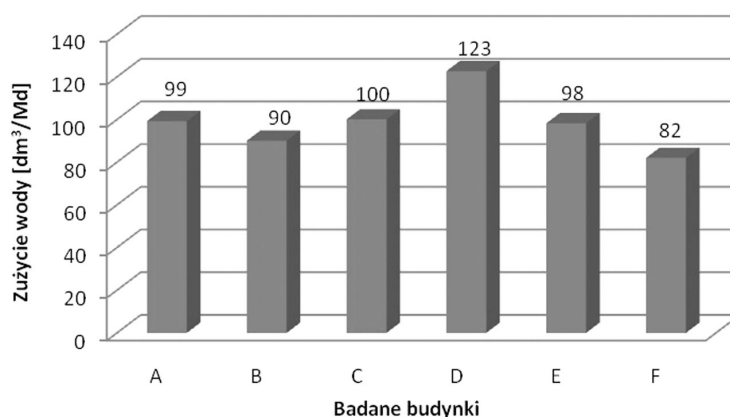


Rys. 4. Porównanie zużycia wody w dwóch podobnych badanych budynkach wielorodzinnych: C i F

Procentowe zużycie wody w budynku F, z wyszczególnieniem wody zimnej, wody ciepłej w kuchni oraz wody ciepłej w łazience, pokazano na rysunku 5. Zaobserwowano większe zużycie wody zimnej niż ciepłej, z tego względu, że najprawdopodobniej w mieszkaniach są wykorzystywane urządzenia, które w większości pobierają wodę zimną.



Analizując otrzymane wyniki w badanych budynkach, zamieszczonych na rysunku 6., zaobserwowano, że najmniejsze zużycie wody jest w budynku F, przy czym należy zauważyć, że budynek ten jest użytkowany zaledwie od 2 lat, a liczba osób zamieszkałych w nim wynosi 1,74 os./mieszkanie. W budynkach A, B, C i E odnotowano zużycie wody na zbliżonym poziomie. Pomimo tego, że w budynku D liczba mieszkańców wynosi jedynie 2,3 os./mieszkanie, a w pozostałych ok. 3,3 os./mieszkanie, to zaobserwowano tam największe zużycie. Może to wynikać z faktu, że w mieszkaniach zlokalizowanych w budynku D odległość punktów czerpalnych od pionów jest dość znaczna, więc czas oczekiwania na wodę o odpowiednich parametrach jest dłuższy (następuje „spuszczanie” wody do chwili podwyższenia temperatury ciepłej wody wypływającej z punktu czerpalnego).



Rys. 6. Średnie zużycie wody zimnej i ciepłej w badanych budynkach w latach 2003-2008

Na podstawie analizy wyników badań jednostkowego zużycia wody w wybranych budynkach mieszkalnych w zabudowie wielorodzinnej wykazano, że wskaźnik ten wynosi średnio 99 dm³/Md. Wskaźnik ten uwzględnia sumę ilości wody ciepłej i zimnej.

4. Analiza zużycia ciepła

Analizę ilości zużywanego ciepła na potrzeby przygotowania ciepłej wody użytkowej przeprowadzono na podstawie uzyskanych danych z okresu dwóch lat (2007-2008).

Zużycie wody ciepłej (wg wodomierzy głównych) oraz zużycie ciepła potrzebnego do podgrzania wody do odpowiednich parametrów przedstawiono w tabeli 3. W tabeli pokazano średnie wskaźniki obrazujące zużycie ciepła potrzebnego do przygotowania m³ ciepłej wody użytkowej, zużycie ciepła przypadające na mieszkańca w ciągu doby oraz zużycie ciepła na m² powierzchni ogrzewanej na rok. Analizą objęto okres dwóch lat (2007 i 2008) z wyszczególnieniem poszczególnych miesięcy. Dane o zużyciu odnoszą się do wymiennikowni B-1, która zaopatruje w ciepłą wodę budynki: A, B, C, D i E. Z przedstawionych danych wynika, że na wielkość zużytej energii cieplnej do podgrzania wody (od temperatury początkowej 5°C do temperatury wymaganej 60°C) wpływ ma ilość zużytej wody oraz zmienność poboru w poszczególnych miesiącach. Średnie wartości zużycia ciepła wynoszą 353,16 GJ dla 2007 i 344,58 GJ dla 2008 roku, natomiast średnie wartości zużycia wody to 1155 m³ dla 2007 roku oraz 1126 m³ dla roku 2008. Widać, że w niewielkim stopniu zmalało zużycie zarówno ciepłej wody, jak i ciepła na potrzeby przygotowania ciepłej wody użytkowej w przedstawionych latach. Zużycie ciepła niezbędnego do przygotowania ciepłej wody użytkowej ukształtowało się na poziomie 0,3 GJ/m³ wody.

Tabela 3. Zużycie wody oraz ciepła na potrzeby przygotowania ciepłej wody użytkowej dla budynków zasilanych z wymiennikowni B-1 w latach 2007-2008

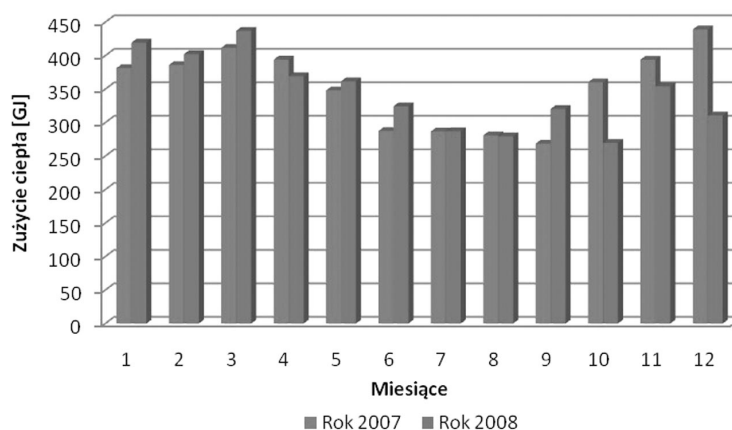
Miesiące	Rok 2007		Rok 2008	
	zużycie ciepłej wody [m ³]	zużycie ciepła [GJ]	zużycie ciepłej wody [m ³]	zużycie ciepła [GJ]
1	1218	381,40	1255	419,39
2	1162	385,97	1217	402,11
3	1283	411,77	1361	437,07
4	1275	394,08	1149	369,15
5	1183	347,98	1190	361,62
6	1024	287,40	1143	324,30
7	996	286,68	1002	287,02
8	1012	280,89	986	279,52
9	909	268,57	1140	320,39
10	1202	360,14	911	269,66
11	1230	393,93	1175	354,27
12	1363	439,11	982	310,48
Suma	13857	4237,92	13511	4134,98
Średnio	1155	353,16	1126	344,58

Ilość zużytego ciepła na mieszkańca i dobę wynosi średnio 0,0153 GJ/Md dla roku 2007 oraz 0,0148 GJ/Md dla roku 2008. Wartości zużytego ciepła do podgrzania wody w stosunku do powierzchni ogrzewanej dla badanych budynków w rozpatrywanych latach są bardzo zbliżone i wynoszą one w roku 2007 – 0,2857 GJ/m²rok, natomiast w roku 2008 – 0,2788 GJ/m²rok.

Tabela 4. Wskaźniki jednostkowe dla budynków zasilanych z wymiennikowni B-1 w latach 2007-2008

Wskaźniki jednostkowe					
rok 2007			rok 2008		
[GJ/m ³]	[GJ/Md]	[GJ/m ² rok]	[GJ/m ³]	[GJ/Md]	[GJ/m ² rok]
0,306	0,0153	0,2857	0,306	0,0148	0,2788

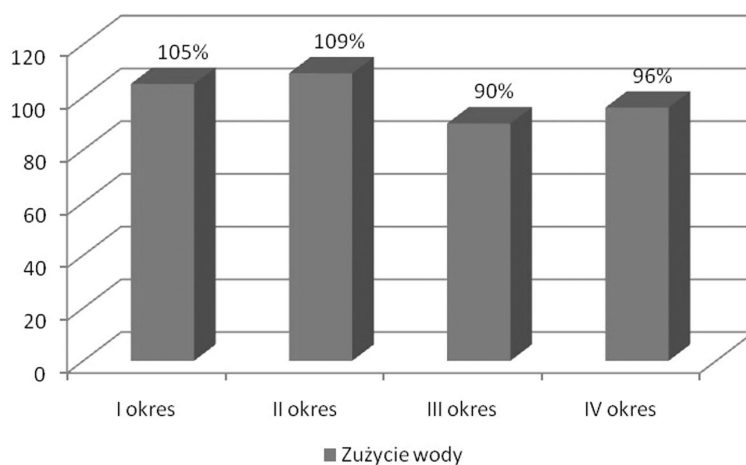
Porównanie miesięcznych wartości zużycia ciepła w budynkach zasilanych z wymiennikowni B-1 przedstawiono na rysunku 7. Największe zużycie ciepła zaobserwowano w miesiącach zimowych, natomiast najmniejsze w miesiącach letnich. Większe zużycie ciepła w miesiącach zimowych jest niewątpliwie wynikiem większych strat ciepła przy przesyle oraz niższej temperatury wody, z uwagi na niskie temperatury zewnętrzne.



Rys. 7. Porównanie zużycia ciepła na potrzeby przygotowania ciepłej wody użytkowej w latach 2007-2008

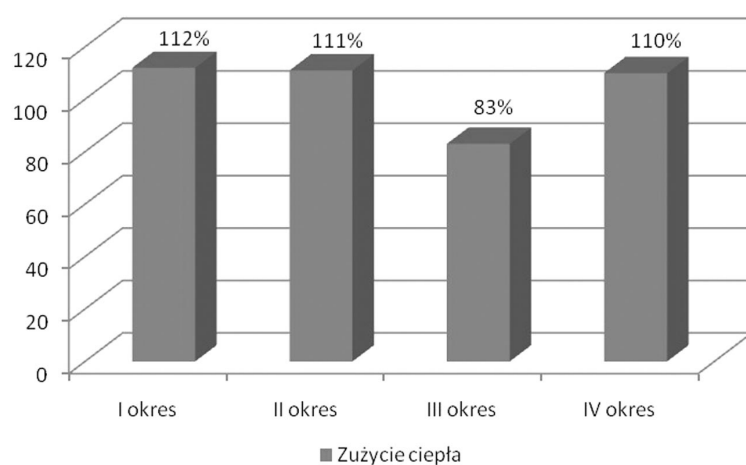
Zróżnicowanie poboru ciepłej wody w poszczególnych okresach roku (I – zima, II – wiosna, III – lato, IV – jesień) przedstawia rysunek 8. Największe zużycie ciepłej wody wystąpiło w okresie wiosennym (marzec, kwiecień, maj) – 109% w stosunku do wartości średniej. Szczególnie wyraźne jest zmniejszenie

poboru w okresie letnim (czerwiec, lipiec, sierpień), wynoszące 90% poboru średniego. Zmniejszenie poboru w okresie letnim może być związane z wyjazdami urlopowymi mieszkańców.



Rys. 8. Względne zużycie ciepłej wody użytkowej w latach 2007-2008 przez budynki zasilane z wymiennikowni B-1

Z przedstawionych danych o zużyciu ciepła na potrzeby przygotowania ciepłej wody użytkowej (tab. 3. i 4.) oraz na podstawie rysunku 9. można zaob-



Rys. 9. Zużycie ciepła do przygotowania ciepłej wody użytkowej dla poszczególnych okresów w latach 2007-2008 przez budynki zasilane z wymiennikowni B-1

serwować, że największe zużycie ciepła wystąpiło w okresie zimowym (grudzień, styczeń, luty), i wynosiło 112% wartości średniego zużycia ciepła. Może to być spowodowane niższymi temperaturami zewnętrznymi, a więc większymi stratami ciepła. Najmniejsze zużycie ciepła – 83% średniego zużycia ciepła, miało miejsce w okresie letnim. Było to związane najprawdopodobniej ze zmniejszonym w tym czasie poborem wody.

5. Roczne zapotrzebowanie na energię pierwotną na potrzeby ciepłej wody użytkowej

Dla analizowanego osiedla mieszkaniowego wyznaczono roczne zapotrzebowanie na energię pierwotną na potrzeby ciepłej wody użytkowej, zgodnie z Rozporządzeniem Ministra Infrastruktury z dnia 6 listopada 2008 roku [4], korzystając z podanych zależności.

- Roczne zapotrzebowanie na ciepło użytkowe wyznaczono według wzoru:

$$Q_{W,nd} = \frac{V_{CW,i} \cdot L_i \cdot c_W \cdot \rho_W \cdot (\theta_{CW} - \theta_O) \cdot k_t \cdot t_{UZ}}{1000 \cdot 3600} \text{ [kWh/a]} \quad (1)$$

- Całkowita sezonowa sprawność systemu ciepłej wody użytkowej jest następująca:

$$\eta_{W,tot} = \eta_{W,g} \cdot \eta_{W,d} \cdot \eta_{W,s} \cdot \eta_{W,e} \quad (2)$$

- Roczne zapotrzebowanie na energię końcową oraz energię użytkową (ciepło użytkowe) na potrzeby przygotowania ciepłej wody użytkowej wyznaczono z uwzględnieniem sprawności systemu zaopatrzenia w ciepłą wodę:

$$Q_{K,W} = \frac{Q_{W,nd}}{\eta_{W,tot}} \text{ [kWh/a]} \quad (3)$$

- Wyznaczenie rocznego zapotrzebowania na energię pomocniczą na potrzeby ciepłej wody użytkowej polega na wykorzystaniu zależności:

$$E_{el,pom,W} = \sum_i q_{el,W,i} \cdot A_f \cdot t_{el,i} \cdot 10^{-3} \text{ [kWh/rok]} \quad (4)$$

- Roczne zapotrzebowanie na energię pierwotną przez system ciepłej wody użytkowej wynosi:

$$Q_{P,W} = w_W \cdot Q_{K,W} + w_{el} \cdot E_{el,pom,W} \quad [\text{kWh/rok}] \quad (5)$$

- Jednostkowy wskaźnik rocznego zapotrzebowania na energię pierwotną na potrzeby przygotowania ciepłej wody użytkowej jest następujący:

$$EP_W = \frac{Q_{P,W}}{A_f} \quad [\text{kWh}/(\text{m}^2\text{rok})] \quad (6)$$

Wyniki obliczeń zestawiono w tabeli 5. Przedstawiono zapotrzebowanie na energię pierwotną $Q_{P,W}$, energię końcową $Q_{K,W}$, ciepło użytkowe $Q_{W,nd}$ oraz wskaźniki jednostkowe EP_w , EK_w , EU_w dla badanych budynków. Średnie zapotrzebowanie na energię pierwotną na potrzeby ciepłej wody użytkowej wynosi 338135,66 kWh/rok, na energię końcową – 412924,49 kWh/rok, natomiast na ciepło użytkowe – 100687,51 kWh/rok. Wskaźniki jednostkowe ukształtowały się na poziomie EP_W – 115,11 kWh/m²rok, EK_W – 140,61 kWh/m²rok, EU_W – 34,75 kWh/m²rok.

Tabela 5. Obliczeniowe zapotrzebowanie na energię dla badanych budynków

Budynki	Zapotrzebowanie na energię			Wskaźniki jednostkowe		
	$Q_{P,W}$ [kWh/a]	$Q_{K,W}$ [kWh/a]	$Q_{W,nd}$ [kWh/a]	EP_W [kWh/m ² a]	EK_W [kWh/m ² a]	EU_W [kWh/m ² a]
A	316809,63	388021,61	88531,01	130,25	159,52	36,40
B	576829,81	706546,81	161205,72	130,77	160,17	36,55
C	136667,64	166791,37	47568,90	111,04	135,51	38,65
D	331275,31	400762,62	114297,50	81,63	98,75	28,16
E	329095,90	402500,04	91834,41	121,88	149,07	34,01
Suma	1690678,29	2064622,45	503437,54	575,57	703,03	173,77
Średnio	338135,66	412924,49	100687,51	115,11	140,61	34,75

Wyniki obliczeń zapotrzebowania na energię pierwotną na potrzeby przygotowania ciepłej wody użytkowej porównano z rzeczywistymi wartościami zużycia ciepła dla analizowanego osiedla. Wyniki obliczeń zestawiono w tabeli 6.

Rzeczywiste średnie zużycie ciepła na potrzeby ciepłej wody użytkowej dla analizowanego osiedla odniesione do powierzchni ogrzewanej wynosi 79,36 kWh/m² dla roku 2007 i 77,44 kWh/m² dla roku 2008, natomiast wartość obliczona wynosi 115,114 kWh/m²rok. Faktyczne zużycie ciepła potrzebnego do przygotowania m³ wody z badanego okresu wyniosło 85,0 kWh/m³, natomiast

obliczeniowe $123,55 \text{ kWh/m}^3$. Na podstawie podanej analizy można stwierdzić, że rzeczywiste zużycie ciepła jest dużo mniejsze od obliczeniowego, co wskazuje na nieznaczne zapotrzebowanie na ciepło i tym samym wysoką efektywność użytkowanego systemu przygotowania i dystrybucji ciepłej wody użytkowej.

Tabela 6. Zestawienie obliczeniowego i rzeczywistego zużycia ciepła na potrzeby ciepłej wody użytkowej dla budynków zasilanych z wymiennikowni B-1

Parametry	Zużycie ciepła		
Obliczeniowe	$123,55 \text{ kWh/m}^3$	$6,08 \text{ kWh/Md}$	$115,114 \text{ kWh/m}^2\text{rok}$
	$0,444 \text{ GJ/m}^3$	$0,0219 \text{ GJ/Md}$	$0,4144 \text{ GJ/m}^2\text{rok}$
Rzeczywiste, Rok 2007	$85,00 \text{ kWh/m}^3$	$4,25 \text{ kWh/Md}$	$79,361 \text{ kWh/m}^2\text{rok}$
	$0,306 \text{ GJ/m}^3$	$0,0153 \text{ GJ/Md}$	$0,2857 \text{ GJ/m}^2\text{rok}$
Rzeczywiste, Rok 2008	$85,00 \text{ kWh/m}^3$	$4,11 \text{ kWh/Md}$	$77,444 \text{ kWh/m}^2\text{rok}$
	$0,306 \text{ GJ/m}^3$	$0,0148 \text{ GJ/Md}$	$0,2788 \text{ GJ/m}^2\text{rok}$

6. Podsumowanie

W pracy przedstawiono analizę zużycia ciepła niezbędnego do wytworzenia ciepłej wody użytkowej na przykładzie istniejącego wielorodzinnego budownictwa mieszkalnego. Do analizy wykorzystano informacje oraz dane pochodzące z Rzeszowskiej Spółdzielni Mieszkaniowej. Analizą objęto wybrane wielorodzinne budynki mieszkalne z osiedla Baranówka. Do badań wybrano łącznie pięć wielorodzinnych budynków mieszkalnych.

Na podstawie przeprowadzonej analizy zaobserwowano, że wskaźnik jednostkowego zapotrzebowania na wodę dla badanych obiektów wynosi $99 \text{ dm}^3/\text{Md}$. Według danych literaturowych wskaźnik ten wynosi od 100 do $150 \text{ dm}^3/\text{Md}$ [1, 2]. Wartość ta jest za duża i prowadzi do przewymiarowania urządzeń pracujących w instalacji opomiarowanej. Z badań wynika, że na wielkość zużycia wody ma wpływ liczba mieszkańców oraz sposób rozwiązania instalacji (odległość pionów wody ciepłej i cyrkulacji od zaworów czerpalnych).

Zauważono, że zużycie wody ciepłej jest mniejsze od zużycia wody zimnej o około 14%. Uwarunkowane jest to tym, że urządzenia wykorzystywane w mieszkaniach w większości pobierają wodę zimną. Podgrzewanie wody następuje często bezpośrednio w urządzeniu (pralka automatyczna, zmywarka do naczyń). Zimna woda jest wykorzystywana także do spłukiwania miski ustępowej, do przygotowywania potraw oraz podlewania zieleni.

Wywnioskowano, że na wielkość zużytej energii cieplnej do podgrzania wody wpływ ma zmienność poboru ciepłej wody w ciągu roku.

Przeprowadzona analiza wykazała, że rzeczywiste wartości zużycia ciepła są mniejsze od obliczeniowych, czyli nowa metodyka obliczeń zawyża zapotrzebowanie na energię niezbędną do przygotowania ciepłej wody użytkowej.

Literatura

- [1] Chudzicki J., Sosnowski S.: Instalacje wodociągowe. Projektowanie, wykonanie, eksploatacja. Wydawnictwo Seidel-Przywecki, Warszawa 2005.
- [2] Norma PN-B-01706, 1992. Instalacje wodociągowe – wymagania w projektowaniu.
- [3] Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 12 kwietnia 2002 r. w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie. (Dz. U. z 2002 r. Nr 75, poz. 690 z późniejszą zmianą z dnia 6 listopada 2008 r. – Dz. U. z 2008 r. Nr 201, poz. 1238).
- [4] Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 6 listopada 2008 r. w sprawie metodologii obliczania charakterystyki energetycznej budynku i lokalu mieszkalnego lub części budynku stanowiącej samodzielną całość techniczno-użytkową oraz sposobu sporządzania i wzorów świadectw ich charakterystyki energetycznej (Dz. U. Nr 201, poz. 1240).

**COMPARISON BETWEEN ANALYTICAL AND REAL HEAT DEMAND
NEEDED FOR HOT USE-WATER PREPARATION IN HOME BUILDINGS****S u m m a r y**

In this thesis there is represented analysis of consumption of hot use-water and heat necessary to prepare it, for six multi-family buildings on Baranowka housing estate. Also there is presented a comparison between real heat consumption and analytical energy demand. Besides this there is a description of methodology of calculation quantity of heat energy needed for hot use-water preparation.

Złożono w redakcji w listopadzie 2009 r.