

*- Janusz Skiba -*

# **ROZLICZANIE KOSZTÓW CIEPŁA**

***ANALIZA SEZONU 2011  
WNIOSKI ,UWAGI, KONKLUZJE***

***Materiały dla Zarządu SM POLANKA  
2 maja 2012***

## UWAGI WSTĘPNE

Otrzymałem od Państwa dane odnośnie sezonu 2011. Dane te nie są już obarczone niedokładnościami związanym z niejednoczesnym odczytem wskazań podzielników i ciepła. Przedstawię ich analizę i wnioski w świetle regulaminu wprowadzonego w 2011 roku. Chociaż uczciwie muszę powiedzieć, że nie bardzo już wierzę w sens moich prac. Dlaczego?

Otóż od czerwca 2011 roku usiłowałem przekonać Zarząd i Radę Nadzorczą do istoty koniecznych zmian. Wydawało się, że moje argumenty znajdują zrozumienie. Niestety, okazuje się, że w 2011 roku zastosowano regulamin w którym co prawda jest nowa struktura, czyli wydzielono koszty niezależne i koszty zależne podzielone na wspólne (zwane też stałymi) i zmienne. To rzeczywiście polepsza czytelność rozliczeń, ale przyjęcie proporcji 20% - koszty wspólne (stałe) i 80% - koszty zmienne powoduje, że zmiana w stosunku do poprzedniego regulaminu jest naprawdę kosmetyczna.

Co więcej, w propozycjach na następny sezon proponuje się uwzględnienie grzejników łazienkowych ale sposób określania „zużycia” tych grzejników jest wprost kuriozalny. Zamiast dokładnego zmierzenia lub obliczenia wskazań hipotetycznych podzielników na grzejnikach łazienkowych bierze się, prawem kaduka, średnią z kilku wskazań podzielników na rzeczywistych grzejnikach. Jest to katastrofalny błąd metodologiczny! Grzejniki łazienkowe pracują na okrągło (w niektórych mieszkaniach jako jedyne!) a użycie grzejników w pokojach jest ograniczone i to bardzo. Zobaczymy to zresztą w dalszych analizach. Tak więc kolejna zmiana nie wniesie zupełnie nic nowego.

Odnoszę więc wrażenie, że wszystkie zmiany są robione po to aby wykazać, że coś się dzieje, że regulamin jest doskonały, ale w sumie chodzi o to aby wszystko zostało po staremu. Dlatego właśnie przestałem wierzyć, że uda mi się nawiązać merytoryczną dyskusję i moje argumenty spotkają się z merytorycznym odzewem a nie zostaną zdyskredytowane „przez machanie rękami”.

Tym nie mniej dokończę to co zacząłem. Z moimi materiałami zrobią Państwo to co zechcą. Ja spróbuję jeszcze przedstawić swoje argumenty na Walnym Zgromadzeniu, ale nie mam złudzeń co do jakości tego gremium i nie spodziewam się pozytywnych rezultatów bo na pyskówki się nie piszę.

A propos Walnego Zgromadzenia. Przygotowuję Państwo sprawozdanie i w części dotyczącej kosztów ogrzewania co roku (jak w katarynce) rozpoczynają Państwo zdaniem: *„Wprowadzenie podzielników kosztów ogrzewania od 01.01.2000 wpłynęło na obniżenie ilości zużywanego ciepła na ogrzewanie lokali mieszkalnych.”*

Dalej mamy wykres ilustrujący zużycie ciepła w poszczególnych latach. No cóż...

A może by tak na osi czasu zaznaczyć jak postępowało stopniowe ocieplanie budynków, wymiana okien w mieszkaniach i wymiana okien na klatkach schodowych? Może taka korelacja byłaby właściwsza?

Nie można porównywać zużycia ciepła obecnie z okresem gdy ściany zewnętrzne to był goły beton, okna nie były przeszkodą dla wiatru, nie mówiąc o cieple.

Prawda jest taka, że oszczędności ciepła osiąga się głównie przez poprawienie izolacji cieplnej budynku. Oszczędzanie owszem też ma wpływ niemały, ale nie taki jak się to wszem i wobec głosi.

Całkowitym nieporozumieniem jest też wiązanie zmniejszenia mocy zamówionej z wprowadzeniem podzielników. Moc zamówiona nie ma praktycznie żadnego związku z oszczędzaniem zużycia ciepła. Zmniejszenie mocy zamówionej to efekt ociepleń budynków. Przedstawianie takich informacji Walnemu Zgromadzeniu (gremium, w którym śmiem twierdzić, większość nie odróżnia pojęć mocy i ciepła) jest skrajną nieodpowiedzialnością. Dalej podają Państwo tabelkę opisującą zwroty i dopłaty w poszczególnych nieruchomościach. To znowu bezsensowna, nic nie mówiąca i niczego nie opisująca informacja. Dlaczego?

Po pierwsze zestawienie nie dotyczy węzłów a sztucznych tworów z punktu widzenia rozliczeń kosztów ogrzewania. Np. Obornicka 2-36 obejmuje trzy węzły, a Macedońska 1-41 obejmuje siedem węzłów.

Po drugie wartości zwrotów i dopłat nie niosą żadnej istotnej informacji o wysokości rachunków bo zależą od tego jakie kto płacił zaliczki! Przykładowo ja w tym sezonie mogę się zaliczyć do grupy „szczęśliwców” którzy dostaną zwrot, mimo że zapłaciłem jeden z wyższych rachunków. Powodem jest to, że ustalili mi Państwo horrendalnie wysoką zaliczkę.

*(Na marginesie, nie uwzględnili Państwo mojej prośby o zmniejszenie zaliczki argumentując, że „... ustalono ją zgodnie z regulaminem”. Ten zwrot powinni Państwo opatentować bo każdą głupotę, każdy absurdalny rachunek tłumaczy się „... bo jest to zgodne z regulaminem”. To, że regulamin jest księżycowy nikogo już nie interesuje)*

Dlatego też proponuję w sprawozdaniu przygotować bardziej sensowne informacje. Jakież? Na przykład – Podać dla każdego węzła (Koniecznie odniesieniu na  $m^2$ !) :

❖ Zużyte ciepło	w $GJ/m^2$
❖ Średnie „zużycie”	w $unitach/m^2$
❖ „Zużycie” minimalne	w $unitach/m^2$
❖ „Zużycie maksymalne	w $unitach/m^2$
❖ Koszt średni	w $PLN/m^2$
❖ Rachunek minimalny	w $PLN/m^2$
❖ Rachunek maksymalny	w $PLN/m^2$
❖ Mediana kosztu	w $PLN/m^2$

Przez medianę kosztu rozumiem rachunek, który dzieli użytkowników węzła na dwie połowy. Połowa zapłaciła rachunek mniejszy niż mediana a połowa większy niż mediana.

To będą rzeczywiście informacje, które coś mówią.

Mam nadzieję, że wezmą to Państwo pod uwagę i przygotują rzetelną informację, według mojej propozycji.

Przestrzegam też Państwa przed wyciąganiem pochopnych wniosków odnośnie porównania sezonów 2010 i 2011. W sezonie 2011 niektóre fatalne konsekwencje regulaminu zostały złagodzone przez fakt, że sezon ten był krótszy i wyższe były średnie temperatury (mówiąc poglądowo – łagodniejsza zima).

Mam nadzieję, że nikomu nie przyjdzie do głowy formułowanie wniosku, że niższe rachunki w sezonie 2011 są efektem nowego regulaminu!

Do porównań sezonów należy dokonać przeskalowania jednego z nich. Wielkości z sezonu 2011 pomnożyć przez 1,29 lub wielkości z sezonu 2010 pomnożyć przez 0,77. Taka była

bowiem proporcja liczby stopniodni w obu sezonach grzewczych. Dokładniej wyjaśniam to w Appendixie B. (Przy porównywaniu kosztów należy dodatkowo uwzględnić wzrost cen).

Dla ilustracji istotnych różnic między sezonami (różnej liczby stopniodni) zwróćmy uwagę, że mimo wzrostu cen, całkowity koszt ogrzewania (a co za tym idzie koszt na m<sup>2</sup>) w sezonie 2011 jest mniejszy niż w sezonie 2010.

Wróćmy do zasadniczego wątku. Aby polepszyć czytelność mojej analizy pewne fragmenty wydzieliłem w formie Appendixów umieszczonych na końcu.

W **Appendixie A** opisałem moje eksperymenty, których celem było zmierzenie współczynnika proporcjonalności k między ciepłem oddanym przez grzejnik i zużyciem rejestrowanym przez podzielnik. Tam też określiłem maksymalne wartości wskazań podzielników i maksymalne ilości ciepła oddanego przez grzejnik.

W **Appendixie B** przeprowadziłem analizę teoretyczną rozliczenia w ramach węzła, źródła fatalnych rezultatów rozliczeń i konsekwencje wadliwego przyjęcia poziomu kosztów zmiennych.

Dalej opisałem rezultaty eksperymentu polegającego na całkowitym zamknięciu grzejników. W świetle zaskakujących rezultatów tego eksperymentu, można zrozumieć dlaczego średnie „zużycie” jest takie małe, dlaczego istnieją użytkownicy o zerowym „zużyciu” i wreszcie dlaczego rzeczywisty poziom kosztów zmiennych waha się od kilku do kilkunastu procent.

Na zakończenie Appendixu B umieściłem wnioski i konkluzje końcowe.

Jeszcze kilka uwag terminologicznych.

Wskazania podzielników pomnożone przez współczynniki LAF i UF określam jako „zużycie” (Pisane często w cudzysłowie, aby nie mylić ze zużyciem ciepła). Jednostki „zużycia” nazywam, dla wygody *unitami*. Na rachunkach pojawia się określenie – „*obliczeniowe jednostki zużycia*”. Czyli „*unit*” i „*obliczeniowa jednostka zużycia*” oznacza to samo. Koszty niezależne dzielimy na *koszty wspólne* (koszt ciepła emitowanego poza grzejnikami opomiarowanymi) i *koszty zmienne* (koszt ciepła emitowanego przez grzejniki opomiarowane). Ponieważ na rachunkach używane jest określenie „koszty stałe” to dla jasności warto zauważyć, że „*koszty wspólne*” i „*koszty stałe*” to pojęcia tożsame i mogą być używane zamiennie.

Wreszcie określenia „*udział kosztów zmiennych*”, „*poziom kosztów zmiennych*”, „*udział ciepła zmiennego*” to synonimy używane zamiennie. Wszystkie te tożsame pojęcia wyrażane są w procentach i odnoszą się do tej samej wielkości:

### Jaką część ciepła dostarczonego do węzła oddają grzejniki opomiarowane.

Określenie „*ciepło dostarczone do węzła*” oznacza zawsze ciepło na ogrzewanie (bez ciepła na podgrzanie wody).

# 1. ANALIZA DANYCH SEZONU 2011

Oto dane wyjściowe sezonu 2011 (Koszt na m<sup>2</sup> to koszt miesięczny)

	WĘZEL	Ciepło [GJ]	Zużycie [unit]	Ciepło [GJ/m <sup>2</sup> ]	Zużycie [unit/m <sup>2</sup> ]	Koszt na m <sup>2</sup>
1	Macedońska 3	1 283,9	54 336,1	0,27	11,4	1,62
2	Macedońska 7	1 751,3	51 835,9	0,43	12,6	2,21
3	Macedońska 15	1 387,1	65 667,1	0,31	14,6	1,78
4	Macedońska 23	1 115,3	45 531,1	0,27	11,0	1,68
5	Macedońska 29	1 355,7	42 968,9	0,30	9,6	1,76
6	Macedońska 35	1 315,3	53 932,0	0,33	13,7	1,92
7	Macedońska 39	1 448,4	33 118,5	0,33	7,7	1,89
8	Obornicka 10	3 590,4	125 448,9	0,40	13,8	2,08
9	Obornicka 20	3 144,2	146 738,0	0,36	16,8	2,02
10	Obornicka 30	2 851,3	122 654,7	0,32	13,8	1,81
11	Obornicka 25	1 274,2	36 517,8	0,29	8,3	1,72
12	Obornicka 31	1 483,9	48 891,6	0,34	11,2	1,87
13	Obornicka 39	1 241,3	40 442,8	0,29	9,6	1,74
14	Obornicka 43	1 244,1	53 389,4	0,30	12,7	1,75
15	Obornicka 49	1 299,8	34 950,2	0,31	8,3	1,82
16	Broniewskiego 1	1 273,3	39 852,1	0,36	11,4	2,11
17	Broniewskiego 3	998,9	17 802,6	0,34	6,1	2,06
18	Broniewskiego 7	1 365,5	33 298,9	0,32	7,8	1,84
19	Rowerowa 15	3 852,9	138 479,9	0,36	12,9	1,94
20	Żmigrodzka 19	3 744,1	216 067,5	0,36	20,7	1,87
21	Kleczkowska 36	318,8	7 699,2	0,45	10,8	2,30
22	Kleczkowska 10	241,1	11 150,7	0,34	15,8	1,95
23	Siemieńskiego 1	500,2	7 495,6	0,45	6,7	2,42
24	Siemieńskiego 4	483,9	25 783,2	0,38	20,5	2,08
25	Struga 15a	480,5	26 770,0	0,39	21,9	2,14
26	Zegadłowicza 43	409,1	24 478,9	0,39	23,2	2,26
27	Zegadłowicza 1	709,7	13 098,7	0,38	7,1	2,31
Średnie				0,34	12,8	1,91

Co można zauważyć na pierwszy rzut oka?

Po pierwsze bardzo duże zróżnicowanie „zużycia” między węzłami. Od 6,1 unitów/m<sup>2</sup> (Broniewskiego 3) do 23,2 unitów/m<sup>2</sup> (Zegadłowicza 43). Czyli największe jednostkowe „zużycie” jest prawie cztery razy większe od najmniejszego (dokładniej 3,8 razy). Oznacza to, że rzeczywisty udział kosztów zmiennych w skrajnych węzłach będzie się też różnił o czynnik zbliżony do 4! Ale o tym później.

Po drugie bardzo małe „zużycie” przeciętne - 12,8 unitów/m<sup>2</sup>. W Appendixie A obliczyłem maksymalne możliwe zużycie w sezonie 2011 na **125 unitów/m<sup>2</sup>**. Podkreślam, że obliczyłem w oparciu o rzetelne pomiary a nie oszacowałem! Zatem średnie „zużycie” wynosi zaledwie **10,2%** maksymalnie możliwego. Dla skrajnych węzłów wynosi to odpowiednio:

**4,9%** - węzeł Broniewskiego 3

**19,1%** - węzeł Zegadłowicza 43

*Dla przykładu moje „zużycie” to 45,8 unitów/m<sup>2</sup> – przy użytkowaniu połowy grzejników w mieszkaniu. Gdybym użytkował wszystkie grzejniki tak jak ten z największym wskazaniem to byłoby to 87,6 unitów/m<sup>2</sup>. Stanowi to odpowiednio **36,7%** maksymalnego i **70,1%** maksymalnego.*

*Biorąc pod uwagę, że moje grzejniki nie były włączone non stop, a w czasie pracy zawory termostatyczne często były przykręcone, to mamy jednoznaczne, empiryczne potwierdzenie prawidłowości wyliczonych wartości maksymalnych.*

Po trzecie wreszcie, najważniejsze, widać całkowity brak korelacji między wielkością ciepła dostarczonego do węzła a wielkością zużycia. Takiej korelacji należałoby oczekiwać, przynajmniej w budynkach o identycznej konstrukcji tj. Obornicka, Macedońska, Broniewskiego, Żmigrodzka, Rowerowa, Bończyka.

Aby nie ograniczać się do wrażeń „na oko” opiszmy korelację profesjonalnie. Odpowiednim narzędziem będzie współczynnik korelacji liniowej Pearsona.

Policzmy współczynnik korelacji Pearsona dla trzech par danych:

ciepło – „zużycie”

ciepło – koszt

„zużycie” – koszt

Przypomnę, że współczynnik korelacji Pearsona (w naszym przypadku korelacji dodatniej) pozwala określić czy istnieje związek między dwoma wielkościami (korelacja liniowa). Oznaczmy współczynnik korelacji przez R. Jest to liczba o wartości od **0 – zupełny brak korelacji** do **1 – pełna korelacja**. Dla pełnego obrazu podaję jak interpretuje się wartości współczynnika z przedziału [0 , 1].

Wartość współczynnika korelacji R	Korelacja
0,0 – 0,5	Brak
0,5 – 0,6	Bardzo słaba
0,6 – 0,7	Słaba
0,7 – 0,8	Średnia
0,8 – 0,9	Dobra
0,9 – 1,0	Bardzo dobra

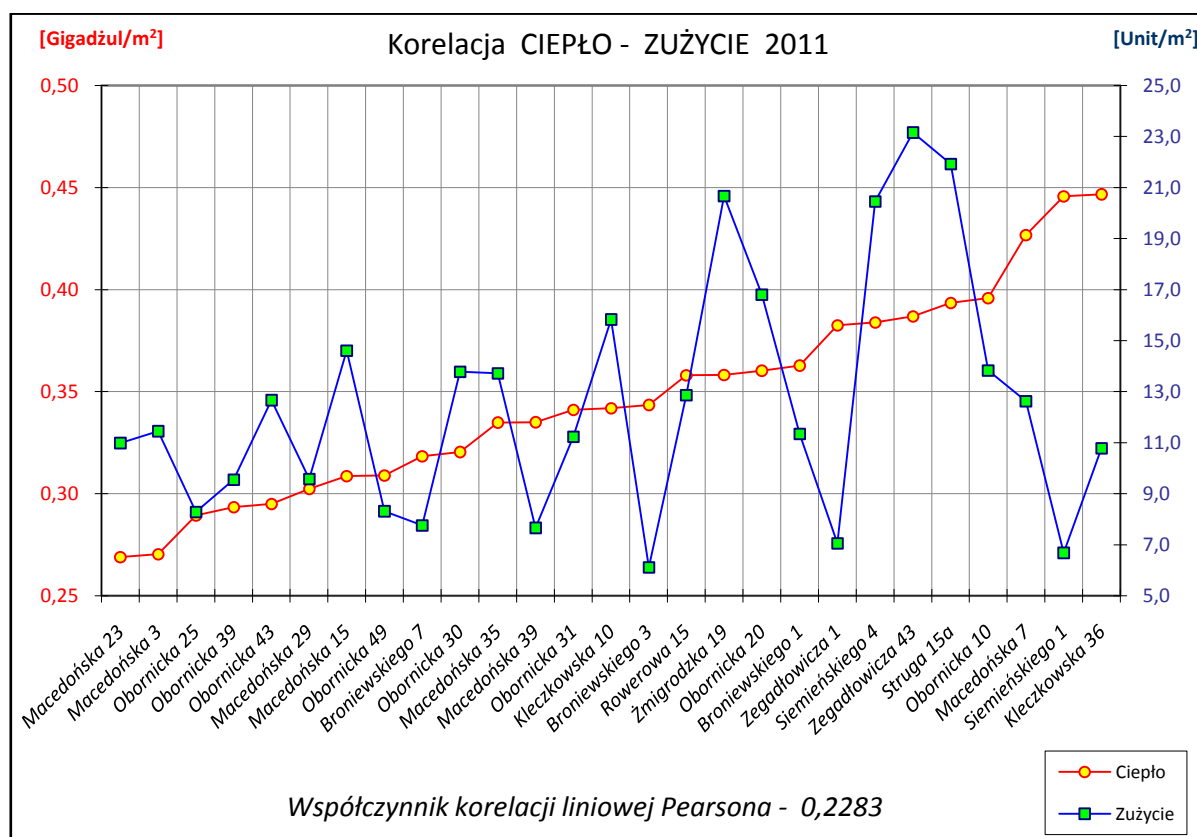
Zobaczmy jakie są wartości wyliczonego współczynnika korelacji R

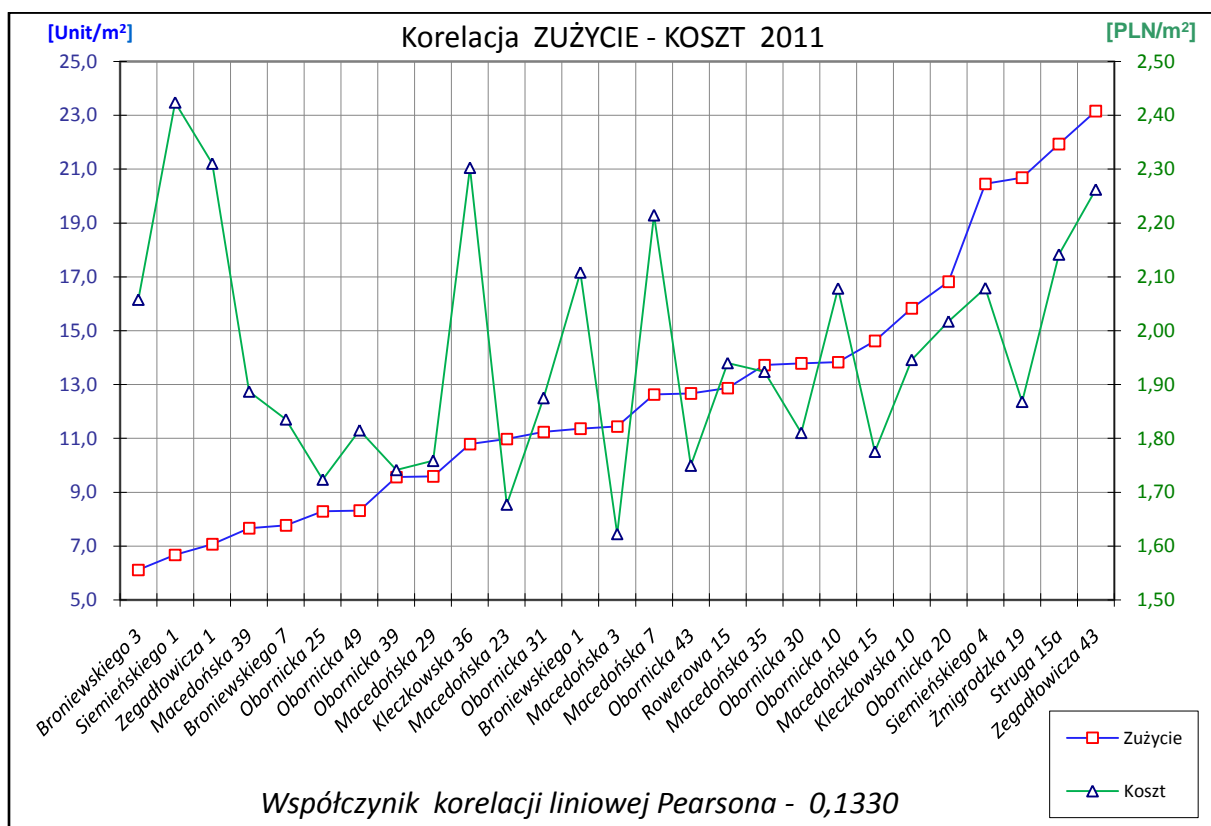
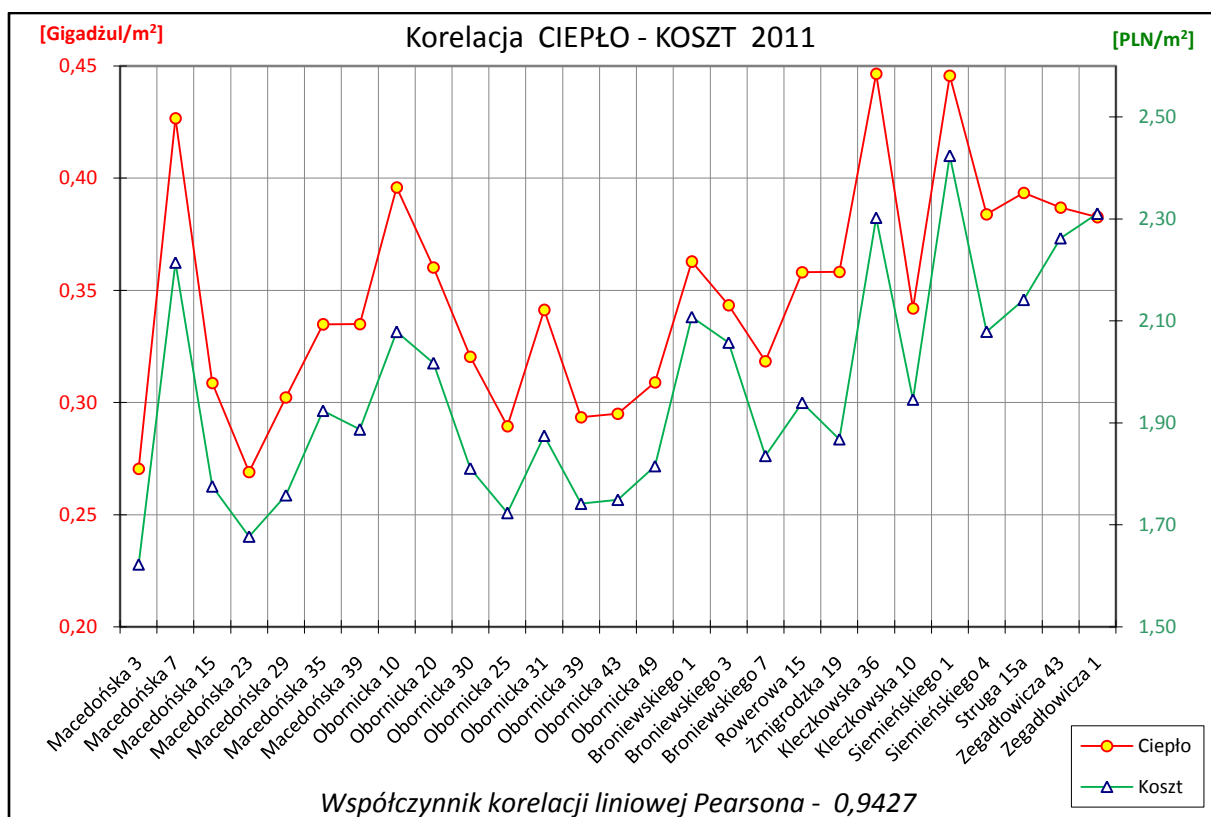
- Ciepło – „Zużycie” R = 0,2283 - zupełny brak korelacji
- Ciepło – Koszt R = 0,9427 - bardzo dobra korelacja
- „Zużycie” – Koszt R = 0,1330 - zupełny brak korelacji

Jak widać obliczenia potwierdzają to co można zauważyć „gołym okiem”. Istnieje bardzo dobra korelacja między ciepłem na ogrzewanie dostarczonym do węzła a średnim kosztem w danym węźle.

Obserwujemy zupełny brak korelacji między ciepłem i „zużyciem” oraz między kosztem i „zużyciem”!

Jeszcze graficzna ilustracja tych faktów.







Jakie może być wytłumaczenie zaskakującego faktu braku korelacji między ciepłem dostarczonym do węzła a wskazaniami podzielników („zużyciem”) ?

Można postawić kilka hipotez:

- Podzielniki są bezwartościowymi gadżetami (hipoteza najdalej idąca).
- Mamy do czynienia z oszustwami na masową skalę (spektrum możliwości jest wbrew pozorom całkiem spore).
- Udział ciepła emitowanego przez opomiarowane grzejniki (w ogólnej ilości ciepła) jest niewielki, dużo mniejszy niż się powszechnie sądzi! (hipoteza najbardziej racjonalna i prawdopodobna).

Do tego zagadnienia powrócę jeszcze w dalszej części. Dla porządku warto wspomnieć, że identyczny brak korelacji między ciepłem i „zużyciem” obserwujemy dla danych z roku 2010. Wtedy tłumaczyli to Państwo brakiem jednoczesności odczytów ciepła i wskazań podzielników. Ten argument teraz odpada. Mało tego, wyliczona korelacja dla zmiennych ciepło - „zużycie” i koszt – „zużycie” jest GORSZA w roku 2011 niż w roku 2010. Natomiast korelacja ciepło – koszt jest LEPSZA w roku 2011 niż w roku 2010.

Właściwie wystarczyło by poprzestać na tych zestawieniach aby jednoznacznie stwierdzić, że rozliczanie kosztów ogrzewania w oparciu o dotychczasowe zasady to jakieś wielkie nieporozumienie. Wymowa faktów jest jednoznaczna.

Tym nie mniej w dalszej części pokażę co tak naprawdę szwankuje w regulaminie i co należy bezwzględnie zmienić.

## 2. JAKI JEST RZECZYWISTY POZIOM KOSZTÓW ZMIENNYCH?

Podstawą metody, którą się posłużę jest wykorzystanie współczynnika proporcjonalności  $k$  między ciepłem emitowanym przez grzejnik a wskazaniem podzielnika.

$$Q = k Z$$

Gdzie

- $Q$  – ciepło wyemitowane przez grzejnik (grzejniki) w gigadżulach [GJ]
- $Z$  – „zużycie” grzejnika (grzejników) w unitach [unit]
- $k$  – współczynnik proporcjonalności w gigadżulach na unit [GJ/unit]

Najwłaściwsze byłoby określenie wartości współczynnika  $k$  empirycznie. Zachęcałem Zarząd do przeprowadzenia takich pomiarów. Koszt operacji jest naprawdę minimalny a korzyści jakie się uzyskuje trudne do przecenienia. Bez efektu.

*Zanim przejdę do dalszych rozważań, mała ale ważna dygresja. Określenie ilości ciepła emitowanego przez grzejnik w oparciu o wskazanie podzielnika nie jest jakąś ekstrawagancją. Taką metodę z powodzeniem wykorzystuje się w Szwajcarii. W Szwajcarii nie obowiązuje izolowanie pionów grzewczych czyli sytuacja jest podobna do sytuacji w Polsce. Mając świadomość znaczącego udziału ciepła emitowanego przez piony w ogólnym bilansie ciepła, Szwajcarzy uwzględniają ciepło pionów w bilansie. Jak się to robi? Otóż na podstawie danych odnośnie temperatury nośnika, średnicy i długości rur doprowadzających ciepło do grzejników, wylicza się ile ciepła wyemitowały przewody w danym mieszkaniu. Ciepło oczywiście określone jest w jednostkach energii czyli w gigadżulach. Następnie to ciepło DODAJE SIĘ do wskazań podzielników w tym mieszkaniu! Jak to możliwe? Przecież wskazania podzielników nie są wyrażone w jednostkach energii tylko w jednostkach umownych (unitach). Nie można dodawać wielkości wyrażonych w różnych jednostkach! To prawda, ale właśnie w tym momencie przelicza się odczyty podzielników na ciepło dokładnie tak jak to opisałem przed chwilą! Nie jest zresztą istotne czy przeliczymy wskazania podzielników na ciepło (unity na gigadżule) czy odwrotnie, ciepło emitowane przez piony na „zużycie” (gigadżule na unity). Ważne jest, że wykorzystuje się realny związek między ciepłem i „zużyciem”. Zwróćmy uwagę, że w takim podejściu w ogóle nie istnieje problem podziału na koszty stałe i zmienne. Udział kosztów zmiennych wynika wprost z pomiarów!*

Warto podkreślić, że współczynnik  $k$  na pewno ma określoną wartość. Tego nie możemy kwestionować bo wymaga tego norma PN-EN 834. Norma ta w punkcie 3 – „Zasady działania i metody pomiarowe” stwierdza, że wartość „zużycia” jest WPROST PROPORCJONALNA do ciepła oddanego przez grzejnik. Firma ISTA deklaruje zgodność swoich podzielników z tą normą, wobec tego mamy prawo zakładać, że współczynnik  $k$  jest określony. (Więcej szczegółów w Appendixie A).

W Appendixie A opisałem jak można oszacować wartość tego współczynnika. Przede wszystkim opisałem jak można go ZMIERZYĆ. Opisałem szczegółowo moje pomiary i ich rezultaty. Zarówno oszacowania jak i pomiary prowadzą do takiego samego wniosku:

Współczynnik proporcjonalności  $k$ , między ciepłem i „zużyciem” nie może mieć większej wartości niż  
 $k = 4 \text{ MJ/unit}$

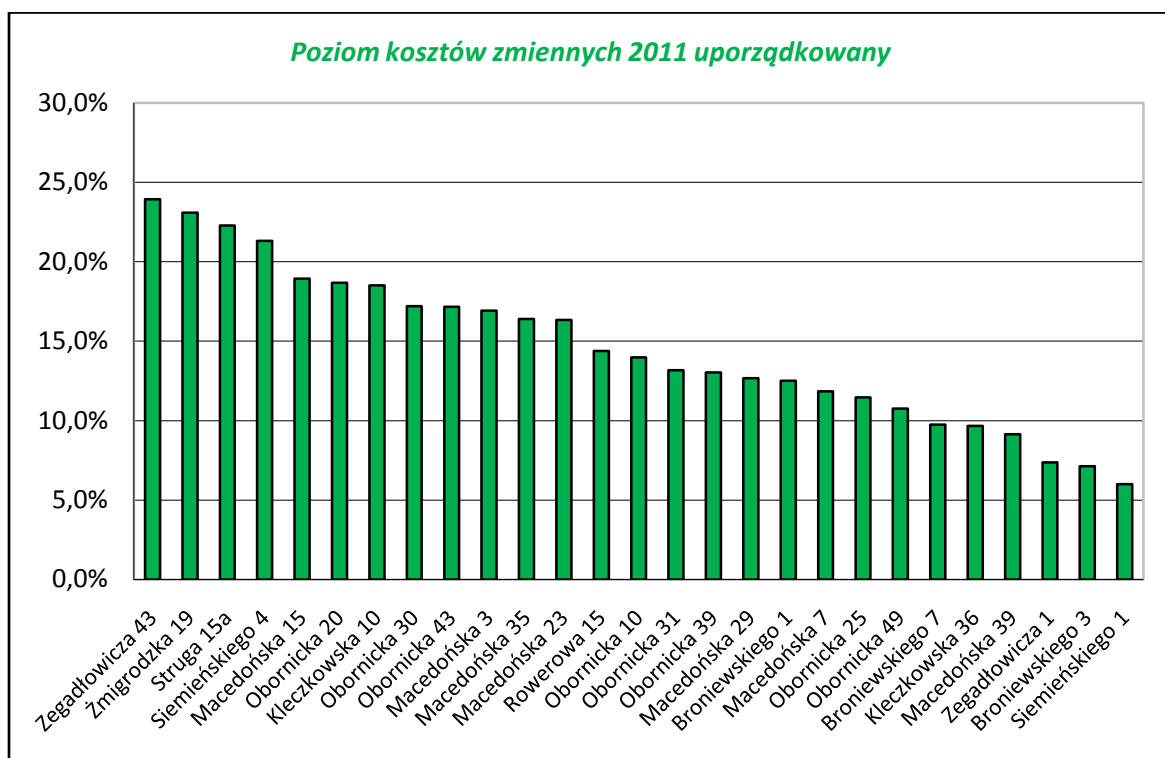
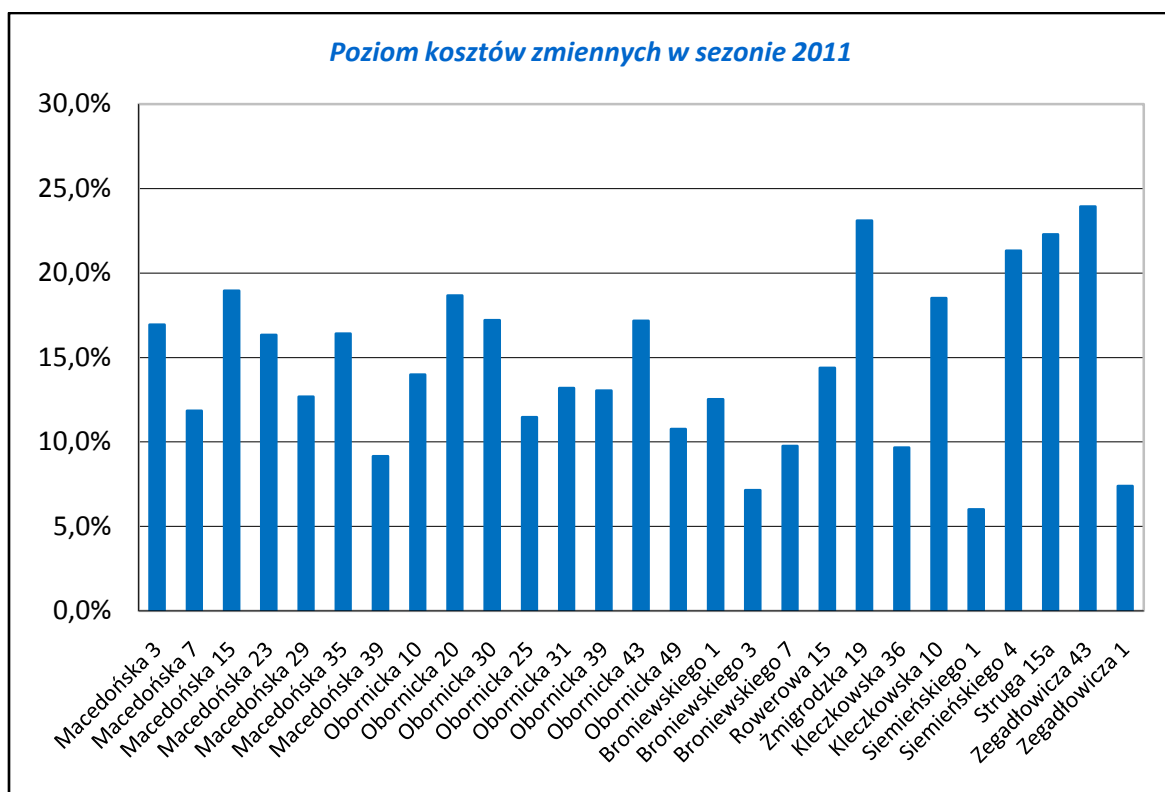
Przypomnę, że jeden gigadżul = 1000 megadżuli (1GJ = 1000MJ).

Policzymy teraz udział kosztów zmiennych w następujący sposób. Mnożąc globalne „zużycie” węzła przez współczynnik  $k = 4 \text{ MJ/unit}$  dostaniemy ilość ciepła wyemitowanego przez opomiarowane grzejniki. W tabeli nazwałem tę wielkość „ciepło zmienne”. Dzieliąc „ciepło zmienne” przez całe ciepło dostajemy dokładny udział kosztów zmiennych.

Oto wyniki:

	WĘZŁ	Ciepło CO [GJ]	Zużycie [unit]	Ciepło zmienne [GJ]	Udział
1	Macedońska 3	1 283,91	54 336,1	217,34	16,9%
2	Macedońska 7	1 751,27	51 835,9	207,34	11,8%
3	Macedońska 15	1 387,07	65 667,1	262,67	18,9%
4	Macedońska 23	1 115,25	45 531,1	182,12	16,3%
5	Macedońska 29	1 355,74	42 968,9	171,88	12,7%
6	Macedońska 35	1 315,33	53 932,0	215,73	16,4%
7	Macedońska 39	1 448,36	33 118,5	132,47	9,1%
8	Obornicka 10	3 590,42	125 448,9	501,80	14,0%
9	Obornicka 20	3 144,20	146 738,0	586,95	18,7%
10	Obornicka 30	2 851,32	122 654,7	490,62	17,2%
11	Obornicka 25	1 274,22	36 517,8	146,07	11,5%
12	Obornicka 31	1 483,85	48 891,6	195,57	13,2%
13	Obornicka 39	1 241,25	40 442,8	161,77	13,0%
14	Obornicka 43	1 244,05	53 389,4	213,56	17,2%
15	Obornicka 49	1 299,83	34 950,2	139,80	10,8%
16	Broniewskiego 1	1 273,26	39 852,1	159,41	12,5%
17	Broniewskiego 3	998,86	17 802,6	71,21	7,1%
18	Broniewskiego 7	1 365,45	33 298,9	133,20	9,8%
19	Rowerowa 15	3 852,95	138 479,9	553,92	14,4%
20	Żmigrodzka 19	3 743,99	216 067,5	864,27	23,1%
21	Kleczkowska 36	318,75	7 699,2	30,80	9,7%
22	Kleczkowska 10	240,96	11 150,7	44,60	18,5%
23	Siemieńskiego 1	500,17	7 495,6	29,98	6,0%
24	Siemieńskiego 4	483,86	25 783,2	103,13	21,3%
25	Struga 15a	480,46	26 770,0	107,08	22,3%
26	Zegadłowicza 43	409,13	24 478,9	97,92	23,9%
27	Zegadłowicza 1	709,67	13 098,7	52,39	7,4%

Średni udział kosztów zmiennych w roku 2011 – **15,1%**



Co można powiedzieć o tych wynikach?

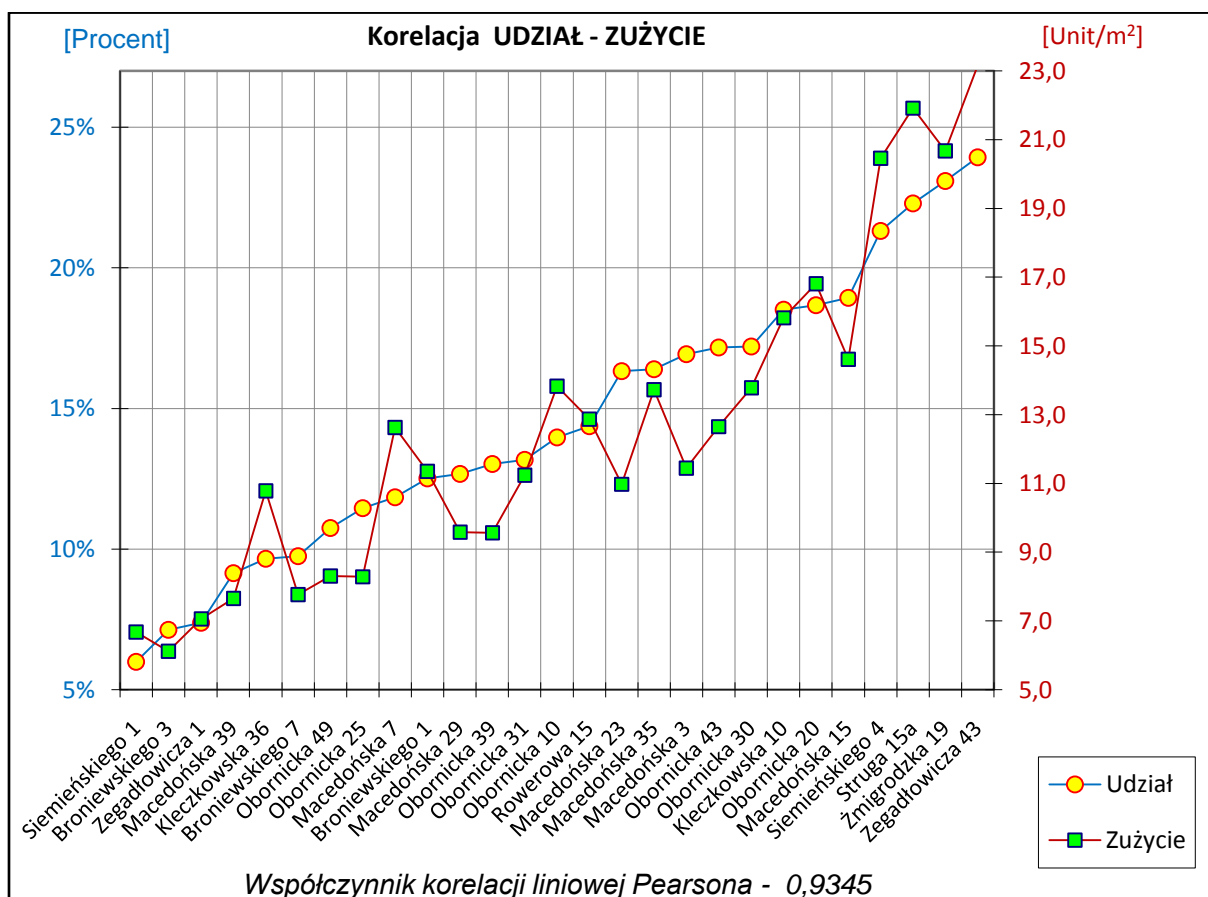
Na pewno są interesujące. Udział kosztów zmiennych jest zaskakująco mały. To tłumaczy fakt zupełnego braku korelacji między ciepłem dostarczonym do węzła a „zużyciem” w tym węźle! Taką zresztą hipotezę można było postawić już wtedy.

Drugie spostrzeżenie to fakt dużego zróżnicowania między węzłami. Od 6% (węzeł Siemieńskiego 1) do 23,9% (węzeł Zegadłowicza 43). Stosunek skrajnych wartości wynosi około 4! Odpowiada to proporcji średniego „zużycia” w skrajnych węzłach. Gołym okiem widać, że udział ten jest większy tam gdzie średnie „zużycie” jest większe. Można to potwierdzić obliczając współczynnik korelacji liniowej Pearsona dla pary danych

*średnie „zużycie” – procentowy udział części zmiennej*

W tym wypadku współczynnik korelacji Pearsona wynosi **R = 0,9345** czyli korelacja znakomita.

To jest zresztą zupełnie zrozumiałe. Taka jest natura części zmiennej – może się zmieniać. Jeżeli ciepło pobierane w „części zmiennej” maleje to udział w całym cieple dostarczonemu do węzła MUSI się zmniejszać. Po szczegółowy opis teoretyczny odsyłam do Appendixu B. Zobaczysz jeszcze jak to wygląda na wykresie.



Powstaje pytanie dlaczego udział części zmiennej jest taki mały?

Są dwa powody.

Pierwszy to wliczenie do kosztów stałych (wspólnych) ciepła emitowanego przez grzejniki łazienkowe. Zaliczenie tego ciepła do części zmiennej znacząco zwiększyłoby procentowy udział tej części. Do około 40% pod jednym wszakże warunkiem, że właściwie określi się wskazania hipotetycznych podzielników na grzejnikach w łazienkach. Jak to zrobić opisałem w Appendixie A. Przyjęcie KURIOZALNEJ metody proponowanej w nowym regulaminie (*wskazania podzielnika wirtualnego w łazience = średnia ze wskazań kilku podzielników rzeczywistych, o największej wartości w danym węźle*) nie tylko nic nie zmieni, ale jeszcze zaciemni obraz i wprowadzi dodatkowe arbitralnie przyjmowane parametry.

Drugi powód to mocno zaniżone „zużycie” indywidualne. Analizując dane z węzłów stwierdziliśmy, że średnie „zużycie” stanowi około 10% maksymalnego. W węzłach o najmniejszym „zużyciu” proporcja ta jest jeszcze bardziej kuriozalna. Tam średnie „zużycie” stanowi około 5% maksymalnego. Trudno się dziwić, że przy takim „oszczędnym” użytkowaniu kaloryferów mamy taki mały udział kosztów zmiennych.

Warto zwrócić uwagę na jeszcze jeden ważny fakt. Konsekwencją zróżnicowanego średniego „zużycia” w różnych węzłach jest znaczne zróżnicowanie procentowego udziału kosztów zmiennych (od 6% do 24%). Co ważniejsze nawet jeżeli ktoś chciałby zakwestionować wyliczone wartości to proporcje między węzłami pozostaną niezmiennie. Inaczej mówiąc gdyby ktoś przyjął inną wartość współczynnika  $k$  to wartości procentowych udziałów zmieniałyby się, ale relacje między nimi NIE. Czyli procentowy udział kosztów zmiennych dla węzła Zegadłowicza 43 będzie zawsze 4 razy większy niż ten udział w węźle Siemieńskiego 1. Jakąkolwiek wartość współczynnika  $k$  byśmy wzięli!

*Jest to konsekwencją założenia, że wskazania podzielników są wprost proporcjonalne do ilości ciepła oddanego przez grzejnik. Można się spierać o wartość współczynnika proporcjonalności ALE zakwestionowanie samego faktu proporcjonalności tych wielkości musiałoby skutkować natychmiastowym wyrzuceniem podzielników na śmietnik! To jest bowiem fundament rozliczania podzielnikowego. Tego wymaga przecież norma PN-EN 834.* Ustalanie w regulaminie wspólnego dla wszystkich węzłów podziału na koszty stałe i zmienne jest pozbawione sensu i musi skutkować wypaczeniem wyników obliczeń. Nie mówiąc już o przyjęciu absurdalnego założenia, że aż 80% ciepła emitowane jest przez opomiarowane grzejniki.

No cóż, jeżeli zamiast 15% bierze się 80% to trudno się dziwić, że nie ma korelacji między „zużyciem” i ciepłem, że nie ma korelacji między „zużyciem” i kosztem, że przy takim samym „zużyciu” w różnych węzłach rachunki różnią się kilkakrotnie, że wreszcie obciąża się użytkownika opłatą za ciepło w ilości jakiej nie byłoby w stanie wyemitować jego grzejniki.

Dokładnie zależność poziomu kosztów zmiennych od zachowań użytkowników (czyli średniego „zużycia” węzła) opisałem w Appendixie B.

Teraz rozważmy to w skrócie.

Spadek średniego „zużycia” powoduje zmniejszenie rzeczywistego poziomu kosztów zmiennych.

Jeżeli spadek „zużycia” będzie drastyczny to udział kosztów zmiennych zmaleje też drastycznie, aż do wartości które mogą wydawać się kuriozalne.

Oznaczmy

$p$  – procentowy udział części zmiennej w sezonie pierwszym

$p'$  – procentowy udział części zmiennej w sezonie drugim

$k$  – procentowy wzrost „zużycia” (ciepła w części zmiennej)

Wtedy, jak łatwo policzyć:

$$p' = \frac{p(1+k)}{1+pk}$$

Zobaczmy taki przykład, odpowiadający mniej więcej sytuacji w naszej Spółdzielni. Jeżeli z parametrów instalacji C.O. wyliczono, że udział kosztów zmiennych wynosi  $p = 65\%$  przy równomiernym korzystaniu ze wszystkich grzejników to założmy, że tak jest. Teraz użytkownicy zmniejszają swoje „zużycie” do 10% możliwego, czyli  $k = -90\%$ . Podstawiając te dane dostaniemy

$$p' = 15,7\%$$

Nic dodać nic ująć. Jeżeli przedstawiciel firmy ISTA - pan Gniewosz mówi, że udział kosztów zmiennych na poziomie 15% - 30% jest „nie do przyjęcia”, to równie dobrze mógłby powiedzieć: „matematyka jest nie do przyjęcia”. Wartość logiczna obu stwierdzeń jest jednakowa.

Podsumujmy ten rozdział. Oto fakty, które dają się ustalić poprzez analizę danych z węzłów.

- Całkowity brak jakiegokolwiek korelacji między „zużyciem” i ciepłem dostarczonym do węzła.
- Całkowity brak jakiegokolwiek korelacji między „zużyciem” i kosztem.
- Bardzo dobra korelacja między kosztem i ciepłem dostarczonym do węzła.
- Udział kosztów zmiennych jest dużo mniejszy niż się powszechnie sądzi. Średnia dla całej Spółdzielni wynosi w 2011 roku - **15,1%**
- Występuje bardzo duże zróżnicowanie pomiędzy węzłami. Udział kosztów zmiennych waha się od 6% do 24%.
- Mały udział kosztów zmiennych spowodowany jest bardzo małym „zużyciem”.
- „Zużycie” średnie stanowi zaledwie 10% maksymalnie możliwego. W niektórych węzłach zaledwie 5% maksymalnego.
- Gdyby wszystkie grzejniki funkcjonowały z maksymalną wydajnością to proporcja kosztów stałych i zmiennych byłaby zbliżona do następującej:

koszty wspólne (stałe)	– 35%
koszty zmienne	– 65%

### 3. RACHUNKI W SEZONIE 2011

Zobaczmy jakie efekty zastosowania regulaminu do obliczenia rachunków różnym użytkownikom. Wykorzystam następujące dane z sezonu 2011.

	WĘZŁ	Powierzchnia [m <sup>2</sup> ]	KOSZTY					Koszt średni
			Całkowity	Niezależne	Zależne	Wspólne 20%	Zmienne 80%	
1	Macedońska 3	4 746,4	92 410,80	40 284,09	52 126,71	10 425,34	41 701,37	1,62
2	Macedońska 7	4 103,8	109 046,66	37 945,14	71 101,52	14 220,30	56 881,22	2,21
3	Macedońska 15	4 493,1	95 726,57	39 411,66	56 314,91	11 262,98	45 051,93	1,78
4	Macedońska 23	4 145,3	83 422,15	38 142,87	45 279,28	9 055,86	36 223,43	1,68
5	Macedońska 29	4 483,8	94 603,90	39 560,94	55 042,96	11 008,59	44 034,37	1,76
6	Macedońska 35	3 928,8	90 696,49	37 293,99	53 402,50	10 680,50	42 722,00	1,92
7	Macedońska 39	4 324,0	97 921,40	39 118,11	58 803,29	11 760,66	47 042,63	1,89
8	Obornicka 10	9 069,3	226 215,68	80 444,79	145 770,89	29 154,18	116 616,72	2,08
9	Obornicka 20	8 728,6	211 275,50	83 621,09	127 654,41	25 530,88	102 123,53	2,02
10	Obornicka 30	8 899,5	193 351,84	77 588,07	115 763,77	23 152,75	92 611,02	1,81
11	Obornicka 25	4 402,1	91 038,14	39 304,83	51 733,31	10 346,66	41 386,64	1,72
12	Obornicka 31	4 349,1	97 849,54	37 605,36	60 244,18	12 048,84	48 195,34	1,87
13	Obornicka 39	4 229,2	88 376,67	37 981,89	50 394,78	10 078,96	40 315,82	1,74
14	Obornicka 43	4 216,7	88 515,75	38 007,33	50 508,42	10 101,68	40 406,74	1,75
15	Obornicka 49	4 205,9	91 607,63	38 834,43	52 773,20	10 554,64	42 218,56	1,82
16	Broniewskiego 1	3 510,1	88 790,69	37 096,47	51 694,22	10 338,84	41 355,37	2,11
17	Broniewskiego 3	2 908,3	71 806,52	31 252,89	40 553,63	8 110,73	32 442,91	2,06
18	Broniewskiego 7	4 288,0	94 432,97	38 995,62	55 437,35	11 087,47	44 349,88	1,84
19	Rowerowa 15	10 760,6	250 472,83	94 042,86	156 429,97	31 285,99	125 143,97	1,94
20	Żmigrodzka 19	10 450,2	234 230,69	82 224,57	152 006,12	30 401,22	121 604,90	1,87
21	Kleczkowska 36	713,7	19 720,81	6 779,73	12 941,08	2 588,22	10 352,86	2,30
22	Kleczkowska 10	704,6	16 452,82	6 669,93	9 782,89	1 956,58	7 826,32	1,95
23	Siemieńskiego 1	1 122,1	32 639,21	12 332,28	20 306,93	4 061,39	16 245,55	2,42
24	Siemieńskiego 4	1 260,2	31 437,44	11 792,77	19 644,67	3 928,93	15 715,74	2,08
25	Struga 15a	1 221,0	31 374,75	11 867,88	19 506,87	3 901,37	15 605,50	2,14
26	Zegadłowicza 43	1 057,4	28 705,62	12 094,98	16 610,64	3 322,13	13 288,51	2,26
27	Zegadłowicza 1	1 854,9	51 422,84	22 610,07	28 812,77	5 762,55	23 050,22	2,31
	<b>RAZEM</b>	<b>118 176,6</b>	<b>2 703 545,9</b>	<b>1 072 904,6</b>	<b>1 630 641,3</b>	<b>326 128,3</b>	<b>1 304 513,0</b>	<b>1,91</b>

Koszt średni węzła (ostatnia kolumna) określony jest miesięcznie, na m<sup>2</sup>.



Te dane oraz dane odnośnie „zużycia” ze strony czwartej pozwalają na wyliczenie indywidualnych rachunków dla użytkowników o dowolnym „zużyciu” indywidualnym. Dla uproszczenia nie uwzględniam w obliczeniach kosztów rozliczenia, które tylko minimalnie wpływają na wynik (kilka groszy na m<sup>2</sup> miesięcznie). Wszystkie wartości odnoszą się do jednostkowej powierzchni, czyli do m<sup>2</sup>. Rachunki dla rzeczywistych mieszkań można uzyskać mnożąc obliczone wartości przez powierzchnię mieszkania wyrażoną w m<sup>2</sup>.

Wybiorę kilku typowych użytkowników. Oto ich krótki opis w tabelce:

<b>Zużycie Z [unit/m<sup>2</sup>]</b>	<b>Opis użytkownika</b>
Z=0	Wiadomo. Niestety, dość popularny przypadek.
Z=6	„Zużycie” takie jak średnie w węzłach najmniejszym „zużyciu”. (Broniewskiego 3, Siemieńskiego 1)
Z=13	„Zużycie” takie jak „zużycie” średnie w całej Spółdzielni
Z=20	„Zużycie” takie jak średnie w węzłach o największym „zużyciu”. (Żmigrodzka 19, Siemieńskiego 4)
Z=46	„Zużycie” dokładnie równe mojemu. Uzyskane przy użytkowaniu połowy grzejników.
Z=88	„Zużycie” moje, pełne. Takie było by moje „zużycie” gdybym użytkował wszystkie grzejniki.
Z=100	„Zużycie” dla użytkownika, który intensywnie eksploatuje grzejniki ALE przykręca zawory w miarę potrzeby.
Z=125	„Zużycie” maksymalne w sezonie rozliczeniowym 2011. Kaloryfery „na full” przez cały sezon.

Wydaje się, że taki zestaw typowych użytkowników jest wystarczająco reprezentatywny. Zauważmy, że dwie wartości Z=46 unitów/m<sup>2</sup> i Z=88 unitów/m<sup>2</sup> odnoszą się do realnego, rzeczywistego użytkownika w sezonie 2011 (czyli do mnie).

Zanim przedstawię wyliczenia jeszcze jedna uwaga.

Przy testowaniu rezultatów regulaminu nie wystarczy ograniczyć się do danych rzeczywistych użytkowników! Może bowiem zdarzyć się, że w danym sezonie nie ma np. użytkowników o wysokim „zużyciu”. Wyciąganie wniosków w oparciu o niereprezentatywną próbę będzie obarczone błędem metodologicznym. Zawsze należy rozważyć jakie będą rachunki dla „zużycia”, które MOŻE się zdarzyć.

Oto rachunki reprezentatywnych użytkowników we wszystkich węzłach.  
(PLN na m<sup>2</sup> miesięcznie)

	WĘZŁ	Koszt średni	Z=0	Z=6	Z=13	Z=20	Z=46	Z=88	Z=100	Z=125
1	Macedońska 3	1,62	0,89	1,27	1,72	2,17	3,83	6,52	7,29	8,88
2	Macedońska 7	2,21	1,06	1,61	2,25	2,89	5,27	9,11	10,20	12,49
3	Macedońska 15	1,78	0,94	1,28	1,68	2,08	3,57	5,97	6,66	8,09
4	Macedońska 23	1,68	0,95	1,35	1,81	2,27	4,00	6,78	7,58	9,24
5	Macedońska 29	1,76	0,94	1,45	2,05	2,65	4,87	8,46	9,48	11,61
6	Macedońska 35	1,92	1,02	1,41	1,88	2,34	4,05	6,83	7,62	9,27
7	Macedońska 39	1,89	0,98	1,69	2,52	3,35	6,43	11,40	12,82	15,78
8	Obornicka 10	2,08	1,01	1,47	2,01	2,56	4,57	7,82	8,75	10,69
9	Obornicka 20	2,02	1,04	1,39	1,80	2,20	3,71	6,15	6,84	8,29
10	Obornicka 30	1,81	0,94	1,32	1,76	2,20	3,84	6,48	7,24	8,81
11	Obornicka 25	1,72	0,94	1,51	2,17	2,83	5,28	9,25	10,38	12,75
12	Obornicka 31	1,87	0,95	1,44	2,02	2,59	4,73	8,18	9,17	11,22
13	Obornicka 39	1,74	0,95	1,45	2,03	2,61	4,77	8,26	9,25	11,33
14	Obornicka 43	1,75	0,95	1,33	1,77	2,21	3,85	6,50	7,26	8,83
15	Obornicka 49	1,82	0,98	1,58	2,29	2,99	5,61	9,84	11,04	13,56
16	Broniewskiego 1	2,11	1,13	1,65	2,25	2,86	5,10	8,74	9,77	11,94
17	Broniewskiego 3	2,06	1,13	2,04	3,10	4,17	8,11	14,49	16,31	20,11
18	Broniewskiego 7	1,84	0,97	1,64	2,42	3,19	6,08	10,74	12,07	14,85
19	Rowerowa 15	1,94	0,97	1,42	1,95	2,48	4,43	7,60	8,50	10,38
20	Żmigrodzka 19	1,87	0,90	1,18	1,51	1,84	3,06	5,03	5,59	6,76
21	Kleczkowska 36	2,30	1,09	1,77	2,55	3,33	6,25	10,95	12,30	15,10
22	Kleczkowska 10	1,95	1,02	1,37	1,78	2,19	3,71	6,17	6,87	8,33
23	Siemieńskiego 1	2,42	1,22	2,30	3,57	4,83	9,53	17,11	19,28	23,79
24	Siemieńskiego 4	2,08	1,04	1,34	1,70	2,06	3,38	5,51	6,12	7,39
25	Struga 15a	2,14	1,08	1,37	1,71	2,05	3,31	5,35	5,93	7,15
26	Zegadłowicza 43	2,26	1,22	1,49	1,80	2,12	3,30	5,20	5,74	6,87
27	Zegadłowicza 1	2,31	1,27	2,15	3,18	4,21	8,02	14,18	15,94	19,61
	<b>ŚREDNIA</b>	<b>1,91</b>	<b>0,99</b>	<b>1,42</b>	<b>1,92</b>	<b>2,42</b>	<b>4,28</b>	<b>7,29</b>	<b>8,15</b>	<b>9,94</b>
	<b>Minimalny</b>	<b>1,62</b>	<b>0,89</b>	<b>1,18</b>	<b>1,51</b>	<b>1,84</b>	<b>3,06</b>	<b>5,03</b>	<b>5,59</b>	<b>6,76</b>
	<b>Maksymalny</b>	<b>2,42</b>	<b>1,27</b>	<b>2,30</b>	<b>3,57</b>	<b>4,83</b>	<b>9,53</b>	<b>17,11</b>	<b>19,28</b>	<b>23,79</b>

Co można zauważyć w tym zestawieniu?

Średnia rozpiętość pomiędzy rachunkiem najniższym i najwyższym to 1:10. Przy czym w węzłach o małym „zużyciu” wynosi prawie 1:20! (Broniewskiego 3, Siemieńskiego 1)

Dla porównania podam, że profesor Cezary Andrzej Pieńkowski z PAN, w swojej monografii dotyczącej rozliczania kosztów ogrzewania, określa rozpiętość 1:6 jako NIEDORZECZNĄ.

Zatem regulamin zastosowany w 2011 roku możemy określić jako niedorzeczny do kwadratu! Jest to prosta konsekwencja przyjęcia absurdalnego poziomu kosztów zmiennych czyli 80%.

*Swoją drogą chciałbym kiedyś usłyszeć argumenty autora pomysłu, że koszty zmienne to właśnie 80%. Ktoś przecież tę oczywistą głupotę zaproponował.*

Kolejny fakt, całkowicie dyskredytujący regulamin, możemy zauważyć analizując kolumny w powyższej tabeli. Zobaczmy jak zmienia się rachunek dla użytkownika o ustalonym „zużyciu”, w zależności od tego w jakim węźle byłby rozliczany.

Dwie najniższe pozycje w każdej kolumnie określają odpowiednio rachunek minimalny i maksymalny.

Zobaczmy to na moim przykładzie. Przy „zużyciu” 46 unitów/m<sup>2</sup> zapłaciłem, w węźle Obornicka 20, rachunek w wysokości 3,71 PLN/m<sup>2</sup> miesięcznie. Użytkownik o identycznym „zużyciu” w węźle Żmigrodzka 19 zapłacił tylko 3,06 PLN. Natomiast użytkownik, też o identycznym „zużyciu” ale w węźle Siemieńskiego 1, zapłacił aż 9,53 PLN! Dla węzła Broniewskiego 3 wynosi to 8,11 PLN.

Patrząc na poszczególne kolumny tabeli możemy zauważyć, że możliwa rozpiętość rachunków, przy takim samym „zużyciu” może wynieść 3 – 3,5.

Ten fakt jest z kolei konsekwencją nieuwzględnienia zróżnicowania poziomu kosztów zmiennych między węzłami.

Pokazuje to jak mocno rachunek konkretnego użytkownika zależy od zachowań sąsiadów.

**Pokazuje też, że twierdzenia:**

***„płacisz tylko za to co zużyłeś”, „rozliczanie za pomocą podzielników to rozliczanie zgodne ze zużyciem”***

**To po prostu propagandowa hucpa!**

Więcej szczegółów na ten temat można znaleźć w Appendixie B.

Co zmieni się jeżeli urealnimy poziom kosztów zmiennych i weźmiemy np. 20% zamiast 80%? Oczywiście mankamenty zostaną złagodzone. Zmniejszy się rozpiętość rachunków ALE w dalszym ciągu, przy takim samym „zużyciu”, rachunki w różnych węzłach będą się istotnie różnić.

Tylko uwzględnienie rzeczywistego poziomu kosztów zmiennych, różnego dla różnych węzłów, pozwala uczynić regulamin akceptowalnym. Tylko w takim przypadku rachunek użytkownika staje się mało wrażliwy na zachowania sąsiadów i tylko wtedy prawdziwe staje się stwierdzenie „płacisz tylko za to co zużyłeś”.

Aby nie być gołosłownym przedstawiam odpowiednie wyliczenia.

Rachunki przy założeniu koszty wspólne – **80%**, koszty zmienne – **20%**.

	WĘZEŁ	Koszt średni	Z=0	Z=6	Z=13	Z=20	Z=46	Z=88	Z=100	Z=125
1	Macedońska 3	1,62	1,44	1,54	1,65	1,76	2,17	2,85	3,04	3,49
2	Macedońska 7	2,21	1,93	2,06	2,22	2,38	2,98	3,94	4,21	4,85
3	Macedońska 15	1,78	1,57	1,65	1,75	1,85	2,22	2,82	3,00	3,40
4	Macedońska 23	1,68	1,50	1,59	1,71	1,83	2,26	2,95	3,15	3,62
5	Macedońska 29	1,76	1,55	1,68	1,83	1,98	2,54	3,43	3,69	4,29
6	Macedońska 35	1,92	1,70	1,80	1,91	2,03	2,46	3,15	3,35	3,81
7	Macedońska 39	1,89	1,66	1,84	2,05	2,25	3,02	4,26	4,62	5,45
8	Obornicka 10	2,08	1,81	1,93	2,06	2,20	2,70	3,51	3,75	4,29
9	Obornicka 20	2,02	1,77	1,86	1,96	2,06	2,44	3,05	3,22	3,63
10	Obornicka 30	1,81	1,59	1,69	1,80	1,91	2,32	2,98	3,17	3,61
11	Obornicka 25	1,72	1,53	1,67	1,83	2,00	2,61	3,61	3,89	4,55
12	Obornicka 31	1,87	1,64	1,77	1,91	2,05	2,59	3,45	3,70	4,27
13	Obornicka 39	1,74	1,54	1,67	1,81	1,96	2,50	3,37	3,62	4,20
14	Obornicka 43	1,75	1,55	1,64	1,75	1,87	2,27	2,94	3,13	3,57
15	Obornicka 49	1,82	1,61	1,76	1,93	2,11	2,76	3,82	4,12	4,83
16	Broniewskiego 1	2,11	1,86	1,99	2,14	2,29	2,86	3,77	4,02	4,63
17	Broniewskiego 3	2,06	1,83	2,05	2,32	2,58	3,57	5,17	5,62	6,68
18	Broniewskiego 7	1,84	1,62	1,79	1,98	2,17	2,90	4,06	4,39	5,17
19	Rowerowa 15	1,94	1,70	1,81	1,94	2,07	2,56	3,35	3,58	4,11
20	Żmigrodzka 19	1,87	1,63	1,70	1,78	1,86	2,16	2,66	2,80	3,13
21	Kleczkowska 36	2,30	2,00	2,17	2,36	2,56	3,29	4,47	4,80	5,59
22	Kleczkowska 10	1,95	1,71	1,80	1,90	2,01	2,39	3,00	3,18	3,59
23	Siemieńskiego 1	2,42	2,12	2,39	2,71	3,03	4,20	6,10	6,64	7,90
24	Siemieńskiego 4	2,08	1,82	1,90	1,98	2,07	2,40	2,94	3,09	3,44
25	Struga 15a	2,14	1,88	1,95	2,03	2,12	2,43	2,94	3,09	3,43
26	Zegadłowicza 43	2,26	2,00	2,07	2,15	2,23	2,52	3,00	3,13	3,45
27	Zegadłowicza 1	2,31	2,05	2,27	2,53	2,78	3,74	5,28	5,72	6,74
	<b>ŚREDNIA</b>	1,91	1,68	1,78	1,91	2,03	2,50	3,25	3,47	3,97
	<b>Minimalny</b>	1,62	1,44	1,54	1,65	1,76	2,16	2,66	2,80	3,13
	<b>Maksymalny</b>	2,42	2,12	2,39	2,71	3,03	4,20	6,10	6,64	7,90

Rzeczywiście. Rozpiętość rachunków w węźle zmalała do około 1:2,5 – 1:3.

To jest do zaakceptowania.

W dalszym ciągu jednak pozostała całkiem spora rozpiętość rachunków między węzłami, przy takim samym „zużyciu”.

Rachunki przy zróżnicowaniu kosztów zmiennych między węzłami  
według danych ze strony 10

	WĘZŁ	Koszt średni	Z=0	Z=6	Z=13	Z=20	Z=46	Z=88	Z=100	Z=125
1	Macedońska 3	1,62	1,47	1,52	1,60	1,72	2,14	2,70	2,93	3,23
2	Macedońska 7	2,21	2,04	2,10	2,18	2,30	2,72	3,27	3,51	3,80
3	Macedońska 15	1,78	1,58	1,63	1,71	1,83	2,25	2,81	3,04	3,34
4	Macedońska 23	1,68	1,53	1,58	1,66	1,79	2,21	2,76	2,99	3,29
5	Macedońska 29	1,76	1,63	1,68	1,76	1,89	2,31	2,86	3,09	3,39
6	Macedońska 35	1,92	1,74	1,79	1,87	2,00	2,41	2,97	3,20	3,50
7	Macedońska 39	1,89	1,78	1,84	1,92	2,04	2,46	3,02	3,25	3,54
8	Obornicka 10	2,08	1,89	1,95	2,03	2,15	2,57	3,12	3,35	3,65
9	Obornicka 20	2,02	1,79	1,84	1,92	2,05	2,47	3,02	3,25	3,55
10	Obornicka 30	1,81	1,62	1,68	1,76	1,88	2,30	2,86	3,09	3,38
11	Obornicka 25	1,72	1,61	1,67	1,75	1,87	2,29	2,84	3,07	3,37
12	Obornicka 31	1,87	1,72	1,78	1,86	1,98	2,40	2,95	3,18	3,48
13	Obornicka 39	1,74	1,61	1,67	1,75	1,87	2,29	2,84	3,07	3,37
14	Obornicka 43	1,75	1,58	1,63	1,71	1,84	2,25	2,81	3,04	3,34
15	Obornicka 49	1,82	1,70	1,76	1,84	1,96	2,38	2,93	3,16	3,46
16	Broniewskiego 1	2,11	1,95	2,01	2,09	2,21	2,63	3,19	3,42	3,71
17	Broniewskiego 3	2,06	1,97	2,03	2,11	2,23	2,65	3,21	3,44	3,73
18	Broniewskiego 7	1,84	1,73	1,78	1,87	1,99	2,41	2,96	3,19	3,49
19	Rowerowa 15	1,94	1,77	1,82	1,90	2,02	2,44	3,00	3,23	3,52
20	Żmigrodzka 19	1,87	1,59	1,64	1,72	1,85	2,26	2,82	3,05	3,35
21	Kleczkowska 36	2,30	2,16	2,21	2,29	2,41	2,83	3,39	3,62	3,92
22	Kleczkowska 10	1,95	1,73	1,79	1,87	1,99	2,41	2,96	3,19	3,49
23	Siemieńskiego 1	2,42	2,33	2,39	2,47	2,59	3,01	3,57	3,80	4,09
24	Siemieńskiego 4	2,08	1,80	1,86	1,94	2,06	2,48	3,03	3,26	3,56
25	Struga 15a	2,14	1,84	1,90	1,98	2,10	2,52	3,08	3,31	3,60
26	Zegadłowicza 43	2,26	1,95	2,00	2,08	2,21	2,63	3,18	3,41	3,71
27	Zegadłowicza 1	2,31	2,21	2,27	2,35	2,47	2,89	3,45	3,68	3,97
	<b>ŚREDNIA</b>	1,91	1,73	1,79	1,87	1,99	2,41	2,96	3,19	3,49
	<b>Minimalny</b>	1,62	1,47	1,52	1,60	1,72	2,14	2,70	2,93	3,23
	<b>Maksymalny</b>	2,42	2,33	2,39	2,47	2,59	3,01	3,57	3,80	4,09

Widzimy, że w tym przypadku dodatkowo znacząco zmalała rozpiętość rachunków między węzłami, przy takim samym „zużyciu”.

## 4. ABSURDY REGULAMINU

Tak naprawdę to tabelka na stronie 17 wystarczająco dobitnie obnaża absurdalność regulaminu użytego do rozliczenia sezonu 2011. Zobaczmy jednak jakie absurdalności nie są widoczne na pierwszy rzut oka.

Generalna uwaga dotycząca rozliczania podzielnikowego, w szczególności rozliczania prowadzonego przez firmę ISTA. Daje się zauważyć tendencja do ukrywania jak największej liczby informacji. Dotyczy to zarówno samych podzielników i ich parametrów jak i samego rozliczania.

*Co do podzielników to zwracałem się do firmy ISTA o udostępnienie mi pewnych szczegółów, nie objętych tajemnicą handlową lub patentami. Chodziło mi o wartości współczynników sprzęgu cieplnego  $K_c$ , określania współczynnika  $K_Q$ , algorytmu obliczania współczynników  $UF$ , przyjmowanych parametrów dla grzejników żeliwnych T-1, dokładności z jaką wskazania podzielnika są wprost proporcjonalne do oddanego ciepła w trybie dwuczujnikowym i jednoczujnikowym i cały szereg innych parametrów. Nie uzyskałem ZUPEŁNIE NIC! Najpierw nie chcieli ze mną w ogóle rozmawiać odsyłając mnie do Spółdzielni. W końcu udzielono mi odpowiedzi, która nie była żadną odpowiedzią. Istnieją tylko dwa możliwe wytłumaczenia takiego zachowania. Albo w firmie ISTA pracują same półgłówki, albo uważają że wszyscy z poza firmy to półgłówki. Zachowałem sobie korespondencję z tą firmą, bo naprawdę jest się z czego pośmiać. No ale to zupełnie nie na temat. Przytoczyłem tę dygresję aby zilustrować filozofię funkcjonowania tej zacnej instytucji.*

Co do rozliczeń to warto sobie przypomnieć, że rozliczamy KOSZTY OGRZEWANIA czyli KOSZTY ZUŻYTEGO CIEPŁA! Jako kuriozum należy przyjąć fakt, że na rachunku w ogóle nie pojawia informacja o wielkości ciepła. Dlaczego? Trudno naprawdę zrozumieć. Być może ktoś mógłby wyciągnąć jakieś niebezpieczne wnioski obok tego ile ma zapłacić?

Zastanówmy się wobec tego za ile ciepła zapłacili poszczególni użytkownicy. Jeżeli koszty zależne podzielimy przez ilość ciepła dostaniemy cenę jednostkową (koszt jednego gigadżula).

$$\frac{1\,630\,641,28\text{ PLN}}{40\,163,58\text{ GJ}} = 40,6 \frac{\text{PLN}}{\text{GJ}}$$

Taki sam wynik dostaniemy jeżeli weźmiemy dane z dowolnego węzła. Trudno się zresztą dziwić, koszty zależne obliczone są na podstawie kosztu dostarczonego ciepła. Zatem efektywny koszt jednego gigadżula to 40,6 PLN.

Zobaczmy teraz jakie ilości ciepła przypisano różnym użytkownikom i porównajmy je z maksymalnymi teoretycznie możliwymi.

W tym miejscu odejdę od liczb odniesionych do metra kwadratowego i odniosę się do mieszkania o takiej wielkości jak moje czyli 72 m<sup>2</sup>. Powód jest prosty. Znam dokładnie moce nominalne grzejników w moim mieszkaniu a nie chcę wykonywać dodatkowych ekstrapolacji.

W Appendixie A pokazałem, że w sezonie 2011 maksymalna ilość ciepła jaką mógł oddać grzejnik to 7,9 GJ na każdy kW mocy nominalnej.

Moc nominalna wszystkich, opomiarowanych grzejników to 4,3 kW. Przy użytkowaniu wszystkich grzejników górne, teoretyczne ograniczenie wynosi **34 GJ**. W przeliczeniu na metr kwadratowy odpowiada to **0,47 GJ/m<sup>2</sup>**.

Dzieląc koszt zmienny danego użytkownika przez wyliczoną cenę gigadżula możemy policzyć ile ciepła mu przypisano (za ile gigadżuli zapłacił).

Zobaczmy wyniki takich obliczeń. Najpierw dla mieszkania o powierzchni 72 m<sup>2</sup>.

	WĘZŁ	Z=0	Z=6	Z=13	Z=20	Z=46	Z=88	Z=100	Z=125
1	Macedońska 3	0	8,2	17,7	27,2	62,6	119,8	136,1	170,1
2	Macedońska 7	0	11,7	25,3	38,9	89,5	171,2	194,6	243,3
3	Macedońska 15	0	7,3	15,8	24,3	56,0	107,1	121,7	152,1
4	Macedońska 23	0	8,5	18,3	28,2	64,9	124,2	141,1	176,4
5	Macedońska 29	0	10,9	23,6	36,3	83,6	159,9	181,7	227,2
6	Macedońska 35	0	8,4	18,3	28,1	64,6	123,6	140,5	175,6
7	Macedońska 39	0	15,1	32,7	50,4	115,9	221,7	251,9	314,9
8	Obornicka 10	0	9,9	21,4	33,0	75,8	145,1	164,9	206,1
9	Obornicka 20	0	7,4	16,0	24,7	56,8	108,6	123,4	154,3
10	Obornicka 30	0	8,0	17,4	26,8	61,6	117,8	133,9	167,4
11	Obornicka 25	0	12,1	26,1	40,2	92,5	176,9	201,0	251,2
12	Obornicka 31	0	10,5	22,7	35,0	80,4	153,8	174,8	218,5
13	Obornicka 39	0	10,6	23,0	35,4	81,3	155,6	176,8	221,0
14	Obornicka 43	0	8,1	17,4	26,8	61,7	118,1	134,2	167,8
15	Obornicka 49	0	12,9	27,8	42,8	98,5	188,5	214,2	267,8
16	Broniewskiego 1	0	11,0	23,9	36,8	84,7	161,9	184,0	230,0
17	Broniewskiego 3	0	19,4	42,0	64,6	148,7	284,4	323,2	404,0
18	Broniewskiego 7	0	14,2	30,7	47,2	108,6	207,9	236,2	295,2
19	Rowerowa 15	0	9,6	20,8	32,1	73,7	141,0	160,3	200,3
20	Żmigrodzka 19	0	6,0	13,0	20,0	45,9	87,8	99,8	124,8
21	Kleczkowska 36	0	14,3	31,0	47,7	109,7	209,8	238,5	298,1
22	Kleczkowska 10	0	7,5	16,2	24,9	57,3	109,5	124,5	155,6
23	Siemieńskiego 1	0	23,1	50,0	76,9	176,8	338,2	384,4	480,4
24	Siemieńskiego 4	0	6,5	14,1	21,6	49,7	95,1	108,1	135,1
25	Struga 15a	0	6,2	13,4	20,7	47,6	91,0	103,4	129,2
26	Zegadłowicza 43	0	5,8	12,5	19,3	44,3	84,7	96,3	120,3
27	Zegadłowicza 1	0	18,7	40,6	62,4	143,6	274,6	312,1	390,1
ŚREDNIA		0	9,1	19,8	30,5	70,1	134,1	152,4	190,4
Minimalna		0,00	5,78	12,52	19,25	44,28	84,72	96,27	120,34
Maksymalna		0,00	23,06	49,97	76,87	176,80	338,23	384,36	480,44

Wyróżnione są komórki w których wartości przekraczają górne ograniczenie.  
Zanim skomentuję te wyniki jeszcze tabelka z wartościami odniesionymi do m<sup>2</sup>.

Przypisane wielkości ciepła oddanego tylko przez opomiarowane grzejniki w odniesieniu do powierzchni jednostkowej. [ W GJ/m<sup>2</sup> ]

	WĘZŁ	Z=0	Z=6	Z=13	Z=20	Z=46	Z=88	Z=100	Z=125
1	Macedońska 3	0,00	0,11	0,25	0,38	0,87	1,66	1,89	2,36
2	Macedońska 7	0,00	0,16	0,35	0,54	1,24	2,38	2,70	3,38
3	Macedońska 15	0,00	0,10	0,22	0,34	0,78	1,49	1,69	2,11
4	Macedońska 23	0,00	0,12	0,25	0,39	0,90	1,72	1,96	2,45
5	Macedońska 29	0,00	0,15	0,33	0,50	1,16	2,22	2,52	3,16
6	Macedońska 35	0,00	0,12	0,25	0,39	0,90	1,72	1,95	2,44
7	Macedońska 39	0,00	0,21	0,45	0,70	1,61	3,08	3,50	4,37
8	Obornicka 10	0,00	0,14	0,30	0,46	1,05	2,01	2,29	2,86
9	Obornicka 20	0,00	0,10	0,22	0,34	0,79	1,51	1,71	2,14
10	Obornicka 30	0,00	0,11	0,24	0,37	0,86	1,64	1,86	2,32
11	Obornicka 25	0,00	0,17	0,36	0,56	1,28	2,46	2,79	3,49
12	Obornicka 31	0,00	0,15	0,32	0,49	1,12	2,14	2,43	3,03
13	Obornicka 39	0,00	0,15	0,32	0,49	1,13	2,16	2,46	3,07
14	Obornicka 43	0,00	0,11	0,24	0,37	0,86	1,64	1,86	2,33
15	Obornicka 49	0,00	0,18	0,39	0,60	1,37	2,62	2,98	3,72
16	Broniewskiego 1	0,00	0,15	0,33	0,51	1,18	2,25	2,56	3,19
17	Broniewskiego 3	0,00	0,27	0,58	0,90	2,06	3,95	4,49	5,61
18	Broniewskiego 7	0,00	0,20	0,43	0,66	1,51	2,89	3,28	4,10
19	Rowerowa 15	0,00	0,13	0,29	0,45	1,02	1,96	2,23	2,78
20	Żmigrodzka 19	0,00	0,08	0,18	0,28	0,64	1,22	1,39	1,73
21	Kleczkowska 36	0,00	0,20	0,43	0,66	1,52	2,91	3,31	4,14
22	Kleczkowska 10	0,00	0,10	0,22	0,35	0,80	1,52	1,73	2,16
23	Siemieńskiego 1	0,00	0,32	0,69	1,07	2,46	4,70	5,34	6,67
24	Siemieńskiego 4	0,00	0,09	0,20	0,30	0,69	1,32	1,50	1,88
25	Struga 15a	0,00	0,09	0,19	0,29	0,66	1,26	1,44	1,79
26	Zegadłowicza 43	0,00	0,08	0,17	0,27	0,62	1,18	1,34	1,67
27	Zegadłowicza 1	0,00	0,26	0,56	0,87	1,99	3,81	4,33	5,42
	<b>ŚREDNIA</b>	0,00	0,13	0,28	0,42	0,97	1,86	2,12	2,65
	<b>Minimalna</b>	0,00	0,08	0,17	0,27	0,62	1,18	1,34	1,67
	<b>Maksymalna</b>	0,00	0,32	0,69	1,07	2,46	4,70	5,34	6,67

Wyniki mówią same za siebie! Wyliczone wartości są tak absurdalne, że nie pozostawiają wątpliwości co do wartości regulaminu. Zwróćmy tylko uwagę na dwa aspekty. Po pierwsze gdyby poważnie potraktować te wyniki to można wyciągać dalsze wnioski. Jeżeli wszyscy zaczęli by grzać bez ograniczeń, na okrągło, to powinni osiągnąć zużycie ciepła (tylko z



opomiarowanych grzejników!) w granicach 4 – 6 GJ/m<sup>2</sup>. Ponieważ w sezonie 2011 CAŁE ciepło na ogrzewanie to 0,34 GJ/m<sup>2</sup>, oznaczałoby to, że zużycie ciepła powinno wzrosnąć 20 – 30 razy! Absurd oczywisty.

Drugie ciekawe spostrzeżenie związane jest z faktem katastrofalnie małego wykorzystania grzejników (szczególnie w niektórych węzłach). Przypatrzmy się użytkownikowi o „zużyciu” 13 unitów/m<sup>2</sup>. To naprawdę niewielkie „zużycie”, stanowiące około 10% maksymalnie możliwego. Jeżeli ten użytkownik ma pecha znajdować się w węzłach Broniewskiego 3, Siemieńskiego 1 lub Zegadłowicza 1 to naliczono mu opłatę za ilość ciepła, której nie były w stanie wyemitować jego grzejniki! Policzono mu odpowiednio za 42 GJ, za 50 GJ i 40,6 GJ.

(Lub odnosząc się do m<sup>2</sup> – odpowiednio za 0,58 GJ/m<sup>2</sup>, za 0,69 GJ/m<sup>2</sup> i za 0,56 GJ/m<sup>2</sup>). Jak widać dochodzimy już do ściany. Nawet takie umiarkowane użytkowanie grzejników może przynieść kosmiczny rachunek jeżeli ma się takich „oszczędnych” sąsiadów. Naprawdę niewiele już chyba brakuje do sytuacji w której jeden użytkownik, który na chwilę włączył jeden grzejnik, zapłaci z 80% ciepła dostarczonego do budynku.

Teraz staje się jasne dlaczego ISTA na rachunkach nie podaje ilości ciepła tylko skupia się na „podziale kosztów”.

To zresztą charakterystyczne dla wszystkich entuzjastów podzielników. Bardzo chętnie mówią o dzieleniu kosztów, a bardzo niechętnie o podziale ciepła. Na każdym kroku można też usłyszeć, że podzielnik to nie ciepłomierz. To prawda, ale nie do końca.

Zatrzymajmy się przy tym zagadnieniu.

Podzielników nie skaluje się, jak ciepłomierzy, TYLKO Z JEDNEGO POWODU. Ten powód to fakt, że wskazania podzielnika nie są własnością samego przyrządu ale zależą też bardzo mocno od sposobu montażu, typu grzejnika i rodzaju powierzchni. Tak mówi norma PN-EN 834. Ta sama norma mówi, że aby stosować rozliczanie kosztów ogrzewania w oparciu o podzielniki należy zamontować w identyczny sposób wszystkie używane podzielniki. Oznacza to, że po takim montażu wskazanie każdego podzielnika JEST WPROST PROPORCJONALNE DO ILOŚCI CIEPŁA ODDANEGO PRZEZ GRZEJNIK. Czyli, że identyczne przyrosty wskazań podzielników na różnych grzejnikach (*oczywiście po uwzględnieniu mocy nominalnych grzejników!*) oznacza, że grzejniki te oddały takie same ilości ciepła. Jeżeli tak nie jest to znaczy, że nie są spełnione wymogi normy.

Appendix A poświęciłem właśnie określeniu wartości współczynnika proporcjonalności k między ciepłem oddanym przez grzejnik a „zużyciem” rejestrowanym przez podzielnik. Po szczegóły odsyłam do tego Appendixu.

Teraz jednak chciałbym abyśmy zobaczyli jak ten wymóg normy wygląda w świetle obowiązującego w roku 2011 regulaminu.

W tym celu założmy na chwilę, że regulamin jest prawidłowy. Oznacza to, że 80% ciepła emitowane jest przez opomiarowane grzejniki. Nazwijmy je ciepłem zmiennym. Dzieląc ciepło zmienne przez sumaryczne wskazania podzielników w węźle, otrzymamy współczynnik proporcjonalności. Jeżeli wymagania normy są spełnione to w każdym węźle powinniśmy otrzymać taką samą wartość.

Zobaczmy czy tak jest.

	WĘZŁ	Ciepło [GJ]	Ciepło zmiennie [GJ]	Zużycie [unit]	Iloraz [MJ/unit]
1	Macedońska 3	1 283,91	1 027,13	54 336,1	18,9
2	Macedońska 7	1 751,27	1 401,02	51 835,9	27,0
3	Macedońska 15	1 387,07	1 109,65	65 667,1	16,9
4	Macedońska 23	1 115,25	892,20	45 531,1	19,6
5	Macedońska 29	1 355,74	1 084,59	42 968,9	25,2
6	Macedońska 35	1 315,33	1 052,27	53 932,0	19,5
7	Macedońska 39	1 448,36	1 158,69	33 118,5	35,0
8	Obornicka 10	3 590,42	2 872,33	125 448,9	22,9
9	Obornicka 20	3 144,20	2 515,36	146 738,0	17,1
10	Obornicka 30	2 851,32	2 281,06	122 654,7	18,6
11	Obornicka 25	1 274,22	1 019,38	36 517,8	27,9
12	Obornicka 31	1 483,85	1 187,08	48 891,6	24,3
13	Obornicka 39	1 241,25	993,00	40 442,8	24,6
14	Obornicka 43	1 244,05	995,24	53 389,4	18,6
15	Obornicka 49	1 299,83	1 039,87	34 950,2	29,8
16	Broniewskiego 1	1 273,26	1 018,61	39 852,1	25,6
17	Broniewskiego 3	998,86	799,09	17 802,6	44,9
18	Broniewskiego 7	1 365,45	1 092,36	33 298,9	32,8
19	Rowerowa 15	3 852,95	3 082,36	138 479,9	22,3
20	Żmigrodzka 19	3 743,99	2 995,19	216 067,5	13,9
21	Kleczkowska 36	318,75	255,00	7 699,2	33,1
22	Kleczkowska 10	240,96	192,77	11 150,7	17,3
23	Siemieńskiego 1	500,17	400,14	7 495,6	53,4
24	Siemieńskiego 4	483,86	387,09	25 783,2	15,0
25	Struga 15a	480,46	384,37	26 770,0	14,4
26	Zegadłowicza 43	409,13	327,30	24 478,9	13,4
27	Zegadłowicza 1	709,67	567,74	13 098,7	43,3
	<b>RAZEM</b>	<b>40 163,58</b>	<b>32 130,86</b>	<b>1 518 400,2</b>	<b>21,2</b>

Zostawmy na boku absurdalnie duże wartości tego ilorazu.

Przed wszystkim widzimy, że o żadnej proporcjonalności nie może być mowy. Iloraz ciepła zmiennego i „zużycia” zmienia się od 13,4 do 53,4!

Jak to się ma do wymagań normy PN-EN 834?

Może mi ktoś z Państwa odpowiedzieć? A może jakiś przedstawiciel z ISTY zechce zabrać głos?

Zostawmy jednak normę i spójrzmy co to oznaczają te wyniki.

Jeżeli np. węzeł Żmigrodzka 19 „zużycie” według wskazań podzielników wyniosło 1000 unitów to według regulaminu oznacza, że użytkownik zużył 13,9 GJ ciepła.

$$1000 \text{ unitów} * 0,0139 \text{ GJ/unit} = 13,9 \text{ GJ}$$

Jeżeli jednak użytkownik znajduje się np. w węźle Broniewskiego to „zużycie” 1000 unitów oznacza pobranie aż 44,9 GJ ciepła. Która wartość jest prawdziwa? Bo przecież nie mogą być prawdziwe obie.

Może wystarczy już tych absurdów. Można je mnożyć w nieskończoność.

Na zakończenie chciałbym postawić pytanie retoryczne.

Nie wstyd Państwu odrzucać reklamacje argumentując:  
*„Bo wszystko było zgodne z regulaminem” ?*

# **APPENDIX A**

## ***EKSPERYMENTALNE BADANIE ZALEŻNOŚCI CIEPŁO-ZUŻYCIE***

## A1. WSTĘP

W moich wcześniejszych analizach przeprowadziłem oszacowanie współczynnika proporcjonalności  $k$  między ciepłem oddawanym przez grzejnik a „zużyciem” rejestrowanym przez podzielnik.

$$Q = k Z$$

Gdzie

- $Q$  – ciepło wyemitowane przez grzejnik (grzejniki) w gigadżulach [GJ]
- $Z$  – „zużycie” grzejnika (grzejników) w unitach [unit]
- $k$  – współczynnik proporcjonalności w gigadżulach na unit [GJ/unit]

Znając wartość tego współczynnika można bardzo dokładnie określić udział kosztów zmiennych, czyli jaką część ciepła dostarczonego do nieruchomości emitują opomiarowane grzejniki.

Warto zwrócić uwagę, że podzielników, zgodnie z normą PN-EN 834, nie skaluje się tak jak ciepłomierzy (czyli nie określa się współczynnika  $k$ ). Producent nie podaje wartości współczynnika  $k$  ponieważ nie jest on właściwością przyrządu (podzielnika) lecz zależy też od sposobu montażu. Zakłada się jednak, że firma jest w stanie zamontować w porównywalny sposób 8 tysięcy podzielników (tyle jest całej Spółdzielni), tak że dla każdego grzejnika mamy identyczną zależność między ciepłem wyemitowanym przez grzejnik a wskazaniem podzielnika. Czyli ustalenie wartości współczynnika  $k$  w konkretnej sytuacji, dla konkretnych podzielników w naszej Spółdzielni jest jak najbardziej możliwe i potrzebne. Ustalenie wartości  $k$  można dokonać różnymi sposobami.

Pierwszy, najbardziej wiarygodny, to bezpośredni pomiar. W tym celu wystarczy do grzejnika zamontować ciepłomierz. Nie jest prawdą twierdzenie przedstawiciela firmy ISTA, że przy małych przepływach pomiar ciepła będzie niedokładny. Dostępne są legalizowane ciepłomierze kompaktowe, których wskazania są prawidłowe przy przepływach rzędu nawet 3 litry na godzinę! Cena takiego ciepłomierza to około 800 PLN.

Zachęcałem Zarząd do przeprowadzenia takich pomiarów, na razie bez odzewu. Drugi sposób to analiza danych węzła i określenie warunków brzegowych. Ten sposób zastosowałem w analizie z 21 listopada.

Trzeci sposób to przeanalizowanie związków ciepła (w GJ/m<sup>2</sup>) i „zużycia” (w unitach/m<sup>2</sup>) dla wszystkich węzłów. Dla tych zmiennych należy obliczyć współczynniki prostej regresji.

Współczynnik kierunkowy prostej regresji to właśnie szukana wartość współczynnika  $k$ .

Druga i trzecia metoda prowadzą do identycznego wniosku:

Współczynnik proporcjonalności  $k$ , między ciepłem i „zużyciem” nie może mieć większej wartości niż

$$k = 4 \text{ MJ/unit}$$

W dalszej części przedstawię wyniki doświadczeń jakie przeprowadziłem aby ustalić wartość współczynnika  $k$ . Z oczywistych względów nie mogłem wykorzystać ciepłomierza (*przynajmniej na razie*) ale wnioski wyciągałem w oparciu o pomiary a nie szacowanie. Przy projektowaniu pomiarów opierałem się na materiałach źródłowych Instytutu Ogrzewnictwa i Wentylacji Politechniki Warszawskiej, podręcznikach akademickich, a także danych zaczerpniętych z informacji producentów grzejników. Informacje, które zgromadziłem przedstawię szczegółowo w zasadniczej części mojej pracy. Dla czytelności podzieliłem ten appendix na rozdziały, w których przedstawię kolejno:

- ✓ Opis teoretyczny.
- ✓ Szczegółowy opis pomiarów.
- ✓ Rezultaty pomiarów.
- ✓ Inne wnioski – maksymalne możliwe „zużycie”

## A2. OPIS TEORETYCZNY

Aby empirycznie określić wartość współczynnika  $k$  należy zmierzyć „zużycie” grzejnika i ciepło oddane przez grzejnik w tym samym czasie. Z pomiarem zużycia nie ma najmniejszego problemu, wystarczy odczytać wskazania podzielnika i przeliczyć na unity. Jeżeli nie mamy możliwości użycia ciepłomierza to pomiar ciepła oddanego przez grzejnik będzie bardziej kłopotliwy.

Jak można zmierzyć ciepło oddane przez grzejnik?

Jest to możliwe jeżeli zmierzymy aktualną, rzeczywistą moc cieplną grzejnika  $P$ .

Wtedy oczywiście

$$Q = Pt$$

$Q$  – ciepło wyemitowane przez grzejnik

$P$  – moc grzejnika

$t$  – czas pomiaru

Każdy grzejnik ma określoną przez producenta moc nominalną.

Oznaczmy ją -  $P_0$ .

Samo podanie mocy nie niesie żadnej informacji jeżeli nie poda się parametrów w jakich jest ona określana. Konkretnie temperatury: zasilania, powrotu i otoczenia.

Przykładowo:

$$P_0 = 1000W - 75^{\circ}C/65^{\circ}C/20^{\circ}C$$

oznacza, że moc grzejnika wynosi 1000W jeżeli temperatura zasilania wynosi  $75^{\circ}C$ , temperatura powrotu wynosi  $65^{\circ}C$ , a temperatura otoczenia ma wartość  $20^{\circ}C$ .

Jeżeli parametry są inne niż  $75^{\circ}C/65^{\circ}C/20^{\circ}C$  to moc grzejnika będzie inna.

W praktyce bardzo rzadko mamy do czynienia z warunkami nominalnymi, szczególnie jeżeli są to parametry  $90^{\circ}C/70^{\circ}C/20^{\circ}C$ .

Oznaczmy przez  $P$  moc grzejnika w warunkach innych niż nominalne.

Moc grzejnika członowego (żeberkowego) w warunkach innych niż nominalne określa następująca zależność:

$$P = P_0 \left( \frac{\Delta t}{\Delta t_0} \right)^n$$

$P_0$  – moc grzejnika w warunkach nominalnych

$P$  – moc grzejnika po zmianie warunków zasilania

$n$  – współczynnik zależny od typu grzejnika  $n = 1,27 - 1,33$

$\Delta t$  – logarytmiczna różnica temperatur

$t_z$  – temperatura zasilania

$t_p$  – temperatura powrotu

$t_i$  – temperatura otoczenia

Logarytmiczna różnica temperatur określona jest następująco:

$$\Delta t = \frac{t_z - t_p}{\ln \left( \frac{t_z - t_i}{t_p - t_i} \right)}$$

Zatem jeżeli znamy moc nominalną grzejnika to można obliczyć moc w warunkach rzeczywistych jeżeli zmierzmy trzy wielkości: rzeczywistą temperaturę zasilania, rzeczywistą temperaturę powrotu i rzeczywistą temperaturę pomieszczenia.

Oczywiście musimy też znać wartość współczynnika potęgowego  $n$ .

Naturalnie aby wynik był wiarygodny należy zadbać o przeprowadzenie pomiarów z odpowiednią dokładnością. O szczegółach napiszę w następnym rozdziale, na razie skupmy się na podstawach teoretycznych.

Pozostaje zatem ustalenie wartości mocy nominalnej i parametru  $n$  dla konkretnego grzejnika. Grzejniki w moim mieszkaniu to grzejniki żeliwne, członowe, typ T-1.

Dla tego grzejnika:

- Współczynnik potęgowy  $n=1,29$ .
- Moc nominalną podaje się dla parametrów  $90^{\circ}\text{C}/70^{\circ}\text{C}/20^{\circ}\text{C}$ .

Ile wynosi nominalna moc jednego żeberka?

Tu zaczynają się schody.

Większość źródeł podaje wartość 125 W, ale często można też spotkać inną wartość - 140W. Paradoksalnie obie wartości są poprawne. Jak to możliwe?

Otóż moc grzejnika złożonego z wielu żeberek (*a wyjątkowo rzadko mamy grzejnik o jednym żeberku*) nie jest liniową funkcją liczby żeberek! Co zresztą nie powinno dziwić. W grzejniku wielu żeberkowym żeberka bardziej oddalone od zasilania grzeją z mniejszą mocą.

Wartość 140W to moc grzejnika utworzonego przez jedno żeberko, a 125W to średnia wartość przypadająca na jedno żeberko w grzejnikach zestawionych z wielu członów (zeberek).

Dokładna zależność matematyczna wygląda następująco:

$$P_k = k^\alpha P_0$$

Gdzie

$k$  – liczba członów (żeberek)

$P_0$  – moc pojedynczego żeberka

$P_k$  – moc grzejnika o  $k$  – żeberkach

$\alpha$  – parametr zależny od typu grzejnika

Dla grzejnika T-1 parametr  $\alpha = 0,943$

Wykorzystując tę zależność możemy obliczyć moce nominalne grzejników o różnej ilości żeberk. Wyniki przedstawię w tabeli.

$k$ – Ilość żeberk	Mnożnik $k^{0,943}$	Moc $P_0$ [ $P_0$ ] = W	Moc na żeberko
1	1,000	140,0	140,0
2	1,923	269,2	134,6
3	2,818	394,5	131,5
4	3,696	517,5	129,4
5	4,562	638,6	127,7
6	5,417	758,4	126,4
7	6,265	877,1	125,3
8	7,106	994,8	124,4
9	7,941	1 111,7	123,5
10	8,770	1 227,8	122,8
11	9,595	1 343,3	122,1
12	10,415	1 458,1	121,5
13	11,232	1 572,4	121,0
14	12,045	1 686,3	120,4

Warto w tym miejscu zwrócić uwagę, że współczynniki UF grzejników są wprost proporcjonalne do mocy wyliczonej w taki właśnie sposób, a nie do ilości żeberk!

Takie dane możemy przyjąć do obliczeń mocy w warunkach rzeczywistych i w dalszej kolejności do obliczenia ciepła emitowanego przez grzejnik.



Jakie są ograniczenia takiej metody pomiarów?

Otóż wiarygodne wyniki dostaniemy tylko wtedy gdy przepływ w grzejniku jest stacjonarny. Inaczej mówiąc, w trakcie trwania pomiarów nie dochodzi do istotnych zmian warunków. To wymaganie oznacza, że pomiary należy wykonać przy pełnym otwarciu zaworu termostatycznego. Wyklucza to możliwość zbadania czy wartość mierzonego współczynnika proporcjonalności zmienia się gdy przepływ jest dławiony (czyli przykręcony jest zawór termostatyczny). Takie badania można by przeprowadzić gdyby możliwe było podłączenie ciepłomierza do grzejnika. Dlatego warto rozważyć przeprowadzenie również takich pomiarów. Wróćmy jednak do zasadniczego wątku.

### A3. SPOSÓB PRZEPROWADZENIA POMIARÓW

Omówię kolejno szczegóły dotyczące metody pomiarów poszczególnych parametrów. Sesja pomiarowa jest poprzedzona ustawieniem zaworu termostatycznego w położenie maksymalne, aby grzejnik osiągnął założony stan stacjonarny.

Pierwsze odczyty to:

- **Wskazanie początkowe i końcowe podzielnika**
- **Czas trwania pomiarów**

Tu ważna uwaga. Ponieważ wskazania podzielnika to liczby naturalne, przyrastające w tempie rzędu jedna jednostka na godzinę, to przy odczycie można popełnić spory błąd. Na przykład, jeżeli w doświadczeniu trwającym 10 godzin dokonamy odczytu równo w odstępie 10 godzin, to w ocenie szybkości wskazań możemy popełnić błąd 1/10 jednostki na godzinę. Dlaczego? Bo może się zdarzyć, że np. minutę po odczycie wskazanie podzielnika zwiększy się o jeden. Czyli dwa odczyty w odstępie kilkuminutowym (*a więc zupełnie nieistotnym w stosunku do 10 godzin*) mogą się różnić o jeden. Aby wykluczyć tego typu błędy czas trwania pomiarów dopasowywałem do wskazań podzielnika. Pomiary czasu rozpoczynałem od momentu zmiany na wyświetlaczu podzielnika i kończyłem również w momencie zmiany wskazania podzielnika. To wyjaśnia dlaczego czasy trwania nie są na ogół wyrażone całkowitą liczbą godzin.

W tabelach godzinę rozpoczęcia i zakończenia podaję w zaokrągleniu (*jako informację uzupełniającą*) ponieważ istotny dla obliczeń pomiar czasu trwania sesji wykonywałem za pomocą stopera.

Temperatura zewnętrzna jest średnią godzinową dla czasu trwania pomiarów. Nie ma ona znaczenia dla wyliczenia współczynnika  $k$  ale można ją wykorzystać do określenia dodatkowych korelacji. O tym dokładniej w dalszej części.

Następne pomiary to:

- **Temperatura pomieszczenia** -  $t_i$
- **Temperatura zasilania** -  $t_z$
- **Temperatura powrotu** -  $t_p$

Temperaturę pomieszczenia mierzyłem termometrem laboratoryjnym o dokładności  $\frac{1}{4}^{\circ}\text{C}$ . Pomiar był przeprowadzany w stabilnych warunkach, na wysokości 0,75m i w odległości 1,5m od grzejnika.

Do pomiarów temperatury zasilania i powrotu wykorzystałem dwa elektroniczne termometry szpilkowe WT-2 o rozdzielczości  $0,1^{\circ}\text{C}$ .

Aby upewnić się o prawidłowym skalowaniu tych termometrów dokonałem pomiarów kontrolnych. Umieściłem sondy pomiarowe najpierw w naczyniu z wodą w równowadze termodynamicznej z lodem, a następnie w naczyniu z wodą w stanie wrzenia. Wyniki potwierdziły poprawność skalowania bez cienia wątpliwości.

Termometry WT-2 oprócz bieżącego pomiaru temperatury zapamiętują również najwyższą i najniższą temperaturę od ostatniego włączenia. Pozwoliło mi to na upewnienie się, że w trakcie wielogodzinnych pomiarów nie wystąpiły istotne wahania parametrów zasilania.

Jeżeli chodzi o sam pomiar. Nie mierzyłem bezpośrednio temperatury wody bo nie miałem możliwości umieszczenia sondy wewnątrz grzejnika. Temperatura była mierzona na gałązkach doprowadzających i odprowadzających wodę z grzejnika.

Powstaje pytanie jak ta temperatura ma się do temperatury wody w rurach?

Sonda (czujnik temperatury) styka się z jednej strony z rurą ale z drugiej strony otoczona jest powietrzem o niższej temperaturze. Ten gradient temperatury powoduje, że odczytana wartość temperatury jest mniejsza niż temperatura wody w rurach. Aby wyeliminować wpływ gradientu temperatury postąpiłem następująco. Sondę zamocowałem do przewodów a następnie ściśle owinąłem kilkunastoma warstwami folii aluminiowej. Całość zaizolowałem cieplnie za pomocą tkaniny bawełnianej.

Aluminium jest bardzo dobrym przewodnikiem ciepła, więc wobec izolacji od otoczenia szybko osiąga temperaturę przewodu. W ten sposób sonda pomiarowa znalazła się wewnątrz ośrodka o temperaturze równej temperaturze wody. Odczytaną temperaturę możemy więc interpretować jako temperaturę zasilania lub powrotu.

Poprawność takiego sposobu sprawdziłem empirycznie dla strumienia wody z kranu. Jedną sondę zamocowałem na rurce kranu w sposób opisany powyżej, a drugą umieściłem bezpośrednio w strumieniu wody.

Pomiary pokazały idealną zgodność obu pomiarów przy różnych wartościach temperatur wody.

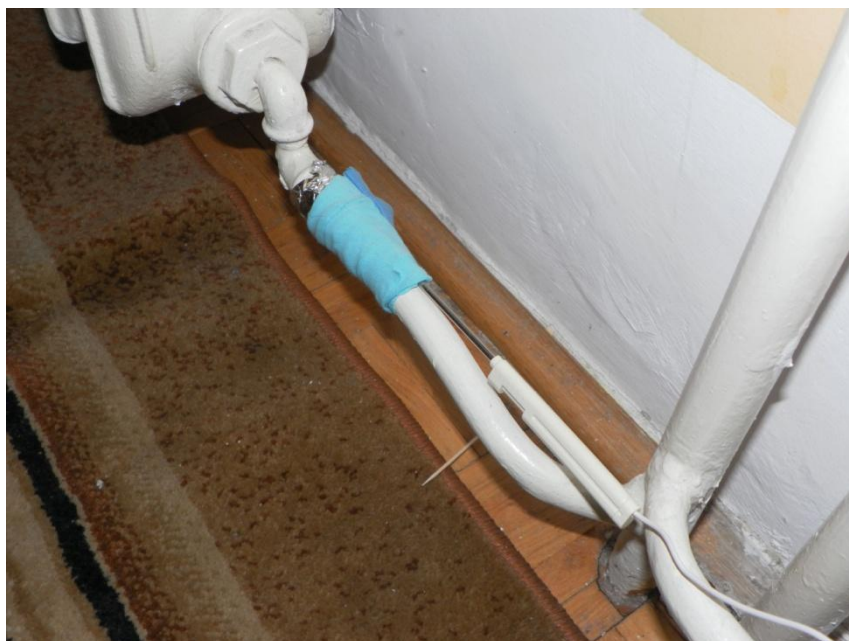
Tak wygląda praktyczna realizacja opisanych procedur:



Mocowanie sondy na przewodzie



Owiniecie warstwami folii aluminiowej



Izolacja cieplna od otoczenia tkaniną bawełnianą



Sondy temperaturowe na zasilaniu i powrocie



Wskazania mierników temperatury

Tyle o samych pomiarach i metodach zapewnienia wymaganej dokładności. W dalszej części przedstawię rezultaty i wnioski.

## A4. REZULTATY POMIARÓW

Pomiary przeprowadzałem dla różnych grzejników. Grzejniki opisane jako 4-L i 4-P składają się z pięciu żeberk a więc ich moc nominalna, zgodnie z wyliczeniami na stronie 4, wynosi 639 W. Dla tych grzejników  $UF=0,3$ . Grzejnik opisany jako numer 1 składa się z jedenastu żeberk, jego moc nominalna to 1343 W a współczynnik  $UF=0,625$ .

Przedstawię wyniki przeprowadzonych pomiarów i obliczeń w postaci tabelki. Aby nie pogarszać czytelności pokażę jak wygląda pełna tabela dla wybranych pomiarów. Następnie przedstawię pełne wyniki w formie skróconej. Jeżeli ktoś chciałby przeanalizować obliczenia chętnie udostępnię je w postaci arkusza Excela.

Oto wybrane pomiary w pełnej wersji

	Data pomiarów	11-13 lutego	14 lutego	15 lutego
1	Początek pomiarów	15:00	8:15	9:15
2	Koniec pomiarów	13:00	20:15	21:00
3	Czas trwania	46,00	12,00	11,75
4	Temp. Zewnętrzna	-4,8	-2,4	0,6
5	Temperatura zasilania $t_z$	<b>64,9</b>	<b>61,5</b>	<b>58,0</b>
6	Temperatura powrotu $t_p$	<b>61,4</b>	<b>58,4</b>	<b>54,9</b>
7	Temperatura wewnętrzna $t_w$	<b>21,0</b>	<b>20,0</b>	<b>20,0</b>
8	Podzielnik	1	4-L	4-L
9	Liczba żeberk	11	5	5
10	UF	0,625	0,300	0,300
11	LAF	0,95	0,95	0,95
12	Stan początkowy podzielnika	62	131	147
13	Stan końcowy podzielnika	125	146	160
14	Przyrost wskazań podzielnika	63	15	13
15	Szybkość wskazań podzielnika [1/h]	1,37	1,25	1,11
16	Szybkość zużycia [unit/h]	0,813	0,353	0,312
17	$t_z - t_p$	3,5	3,1	3,1
18	$t_z - t_w$	43,9	41,5	38,0
19	$t_p - t_w$	40,4	38,4	34,9
20	$(t_z - t_w)/(t_p - t_w)$	1,09	1,08	1,09
21	$\ln [(t_z - t_w)/(t_p - t_w)]$	0,08	0,08	0,09
22	$\Delta t$	42,13	39,93	36,43
23	Moc nominalna grzejnika Po [W]	1 343	639	639
24	mnożnik mocy	64%	60%	53%
25	Moc rzeczywista grzejnika P [W]	862	382	340
26	Moc rzeczywista grzejnika P [MJ/h]	3,1	1,4	1,2
27	Współczynnik k [MJ/unit]	<b>3,82</b>	<b>3,90</b>	<b>3,92</b>
28	Współczynnik K bez LAF [MJ/unit]	<b>3,62</b>	<b>3,71</b>	<b>3,72</b>

W wierszach 25 i 26 podana jest ta sama wyliczona moc rzeczywista. Inne są tylko jednostki. W wierszu 25 w watach, a wierszu 26 w megadżulach na godzinę. Dzieląc moc z wiersza 26

przez szybkość zużycia z wiersza 16 dostajemy wartość współczynnika k. Wynik zapisany jest w wierszu 27.

W wierszu 28 obliczona jest wartość współczynnika K bez uwzględniania współczynnika LAF (czyli dla  $LAF = 1$ ).

*Zanim podam pełne zestawienie ważna dygresja. Chciałbym omówić jeszcze jedną ważną kwestię. Chodzi o to jak uwzględnić w tym schemacie współczynniki LAF? Sprawa jest dość prosta ale omówię problem dokładnie.*

*W moich wyliczeniach przyjąłem  $LAF=0,95$  czyli rzeczywistą wartość dla mojego mieszkania. Oczywiście jest, że gdyby przyjąć inną wartość LAF to wartość współczynnika k byłaby inna.*

*Podzielmy problem na dwa etapy.*

- *Etap 1 – Nie uwzględniamy współczynnika LAF, czyli każdy płaci za rzeczywiście zużyte ciepło, niezależnie od usytuowania mieszkania. Technicznie oznacza to, że wszystkim ustalamy  $LAF=1$ . Wtedy współczynnik k rzeczywiście określa ile ciepła oddał grzejnik przy określonym wskazaniu podzielnika.*
- *Etap 2 - Korygujemy schemat uwzględniając zróżnicowaną wartość LAF*

**W etapie pierwszym „zużycie” = wskazanie podzielnika \* UF (bo  $LAF=1$ ).**

Nazwijmy ten współczynnik „współczynnikiem fizycznym” i oznaczmy przez K. Czyli w tym Ogólnie

$$K = k * LAF$$

Gdyby mierzyć współczynnik fizyczny K, to jego wartość nie będzie zależała od tego jaki był współczynnik LAF dla danych grzejników. Inaczej mówiąc gdyby ktoś inny wykonał moje pomiary, mając przypisany inną wartość LAF to wartość współczynnika k wyszła by inna niż moja, ale wartość K była by taka sama.

**W drugim etapie uwzględnijmy współczynnik LAF.**

Na czym polega ta procedura?

Rezygnujemy z obciążania kosztami za faktycznie zużyte ciepło, biorąc pod uwagę usytuowanie mieszkania w bryle budynku.

*(Tak na marginesie, już w tym miejscu odrzucić trzeba częsty slogan propagandowy „płacisz tylko za to co zużyłeś”)*

Zinterpretować można to na dwa sposoby.

Pierwsza interpretacja. Przypisujemy każdemu faktyczną ilość zużytego ciepła, ale koszty jednostkowe (koszt gigadżula) różnicujemy. Koszt gigadżula ustalamy na niższym poziomie dla mieszkań gorzej usytuowanych, a na wyższym poziomie dla mieszkań korzystniej usytuowanych.

Druga interpretacja. Koszty jednostkowe (koszt gigadżula) przyjmujemy na jednolitym poziomie. Korygujemy natomiast przypisane zużycie ciepła. (Przy rozliczeniach za pomocą ciepłomierzy mówi się o „skorygowanych wskazaniach ciepłomierza”). Czyli przypisujemy mieszkańom gorzej usytuowanym mniejsze zużycie ciepła niż faktyczne, a mieszkańom lepiej usytuowanym większe zużycie ciepła niż faktyczne.

Technicznie odbywa się to przez pomnożenie fizycznych wskazań (dotyczy to zarówno podzielników jak i ciepłomierzy) przez współczynnik LAF.

Z punktu widzenia przejrzystości systemu średni współczynnik LAF nieruchomości powinien być równy 1. Wtedy od razu widać, komu udziela się zniżki ( $LAF < 1$ ) i kto za te zniżki płaci ( $LAF > 1$ ). W praktyce zarządcy chętnie zmniejszają LAF (często bardzo hojnie) pozostawiając najwyższy LAF na poziomie 1. Wtedy ukrywa się fakt, że za obniżony LAF dla pewnych mieszkań ktoś inny musi zapłacić.

W naszym przypadku jeżeli chcemy wykorzystać współczynnik  $k$  do określenia udziału kosztów zmiennych to nie możemy posługiwać się fizycznym współczynnikiem  $K$ . Wiemy już, że dla pojedynczego grzejnika (mieszkania)

$$K = k * LAF$$

Taki sam związek obowiązuje dla całego węzła. Pytanie tylko jaki przyjąć LAF dla węzła?

Powinien być to średni LAF. Aby wyniki były poprawne musi to być średnia ważona. Zdefiniuję to precyzyjnie.

Niech  $F_1, F_2, \dots, F_n$ ;  $L_1, L_2, \dots, L_n$  oznaczają współczynniki UF i LAF kolejnych grzejników w węźle.  $n$  – liczba wszystkich grzejników w węźle.

Wtedy średni LAF jako średnia ważona określony jest następująco:

$$LAF = \frac{\sum_{i=1}^n F_i L_i}{\sum_{i=1}^n F_i}$$

Nie jest mi znany średni LAF w naszej Spółdzielni. Wobec tego do obliczeń przyjąłem wartość z mojego mieszkania. Nie będzie żadnym problemem przeliczenie tych wyników na wartości użyteczne do dalszego wykorzystania, jeżeli posłużymy się rzeczywistą wartością średniego LAF.



Oto rezultaty wszystkich pomiarów:

Data	Czas [h]	T <sub>zewn</sub>	T <sub>zas</sub>	T <sub>powr</sub>	T <sub>wewn</sub>	Podz	Początek	Koniec	Szybkość [1/h]	mnożnik mocy	k [MJ/unit]	K bez LAF [MJ/unit]
2 grudnia	9,0	8,6	49,8	48,5	23,0	4-P	2497	2504	0,78	35%	<b>3,63</b>	3,4
4 grudnia	11,50	8,8	50,6	49,1	23,0	4-L	3015	3024	0,78	36%	<b>3,73</b>	3,5
4-5 grudnia	13,50	7,1	52,4	50,1	22,5	4-L	3024	3036	0,89	39%	<b>3,59</b>	3,4
5-6 grudnia	11,50	2,9	55,8	53,8	22,5	4-L	3040	3052	1,04	46%	<b>3,55</b>	3,4
7 grudnia	11,33	4,5	53,9	51,5	22,5	4-L	3054	3065	0,97	42%	<b>3,50</b>	3,3
7-8 grudnia	13,66	4,8	53,8	50,9	22,5	4-L	3065	3078	0,95	41%	<b>3,52</b>	3,3
12 grudnia	10,17	5,3	54,0	51,9	23,0	1	2495	2504	0,88	41%	<b>3,80</b>	3,6
12-13 grudnia	12,58	4,1	55,9	53,3	23,0	1	2504	2516	0,95	44%	<b>3,78</b>	3,6
13 grudnia	7,00	6,4	52,6	50,8	24,0	1	2516	2522	0,86	37%	<b>3,55</b>	3,4
2 lutego	11,50	-12,5	71,0	68,3	20,0	1	2	21	1,65	79%	<b>3,91</b>	3,7
2-3 lutego	12,00	-16,8	75,4	73,3	21,0	1	21	43	1,83	87%	<b>3,86</b>	3,7
2 i 3 lutego	23,50	-14,6	74,4	70,2	20,5	1	2	43	1,74	84%	<b>3,91</b>	3,7
3 lutego	21,50	-14,0	72,9	64,9	20,0	4-P	5	41	1,67	78%	<b>3,77</b>	3,6
4 lutego	6,25	-11,1	69,8	63,4	21,0	4-P	41	51	1,60	71%	<b>3,61</b>	3,4
3 i 4 lutego	28,25	-13,3	73,0	63,5	20,5	4-P	5	51	1,63	75%	<b>3,76</b>	3,6
4-5 lutego	23,50	-12,2	71,9	68,2	21,0	4-L	27	65	1,62	78%	<b>3,93</b>	3,7
5-6 lutego	8,30	-16,6	75,2	68,9	20,0	1	45	60	1,81	84%	<b>3,79</b>	3,6
6-8 lutego	40,00	-10,8	70,3	67,7	21,5	4-P	53	115	1,55	75%	<b>3,93</b>	3,7
10-12 lutego	43,50	-7,1	66,4	63,8	21,0	4-L	67	129	1,43	68%	<b>3,89</b>	3,7
11-13 lutego	46,00	-4,8	64,9	61,4	21,0	1	62	125	1,37	64%	<b>3,82</b>	3,6
14 lutego	12,00	-2,4	61,5	58,4	20,0	4-L	131	146	1,25	60%	<b>3,90</b>	3,7
15 lutego	11,75	0,6	58,0	54,9	20,0	4-L	147	160	1,11	53%	<b>3,92</b>	3,7
21 lutego	12,85	3,7	55,3	51,2	22,5	4-L	161	174	1,01	43%	<b>3,43</b>	3,3
22 lutego	11,50	7,3	51,2	49,1	23,0	4-L	174	184	0,87	36%	<b>3,41</b>	3,2

Patrząc na wyniki możemy zauważyć, że zmierzona wartość współczynnika  $k$  zawiera się w przedziale od 3,41 MJ/unit do 3,93 MJ/unit.

Wartość średnia

$$k = 3,73 \text{ MJ/unit}$$

Dla współczynnika bez uwzględniania LAF, oznaczonego przez  $K$ , odpowiednie wartości wynoszą:

Wartość współczynnika  $K$  zawiera się w przedziale od 3,25 MJ/unit do 3,74 MJ/unit. Wartość średnia  **$K = 3,54 \text{ MJ/unit}$** .

Takie są główne rezultaty moich pomiarów.

Warto zwrócić uwagę, że pomiary były przeprowadzane w bardzo zróżnicowanych warunkach. Temperatury zewnętrzne zmieniały się od  $-17^{\circ}\text{C}$  do  $+9^{\circ}\text{C}$ . W konsekwencji moc rzeczywista grzejników zmieniała się od 35% do 87% mocy nominalnej.

Zróżnicowany był też czas trwania pojedynczego pomiaru. Najkrótszy pomiar trwał 6 godzin i 15 minut, najdłuższy 46 godzin.

Jeżeli w tak zróżnicowanych warunkach wyniki skupiają się wokół wartości średniej  $k=3,7 \text{ MJ/unit}$  to oznacza, że wyniki są w pełni wiarygodne.

Przeprowadziłem też pełną profesjonalną analizę dokładności metody, której tu nie zamieszczam. Mogę oczywiście ją udostępnić jeżeli ktoś byłby zainteresowany.

## A5. INNE WNIOSKI

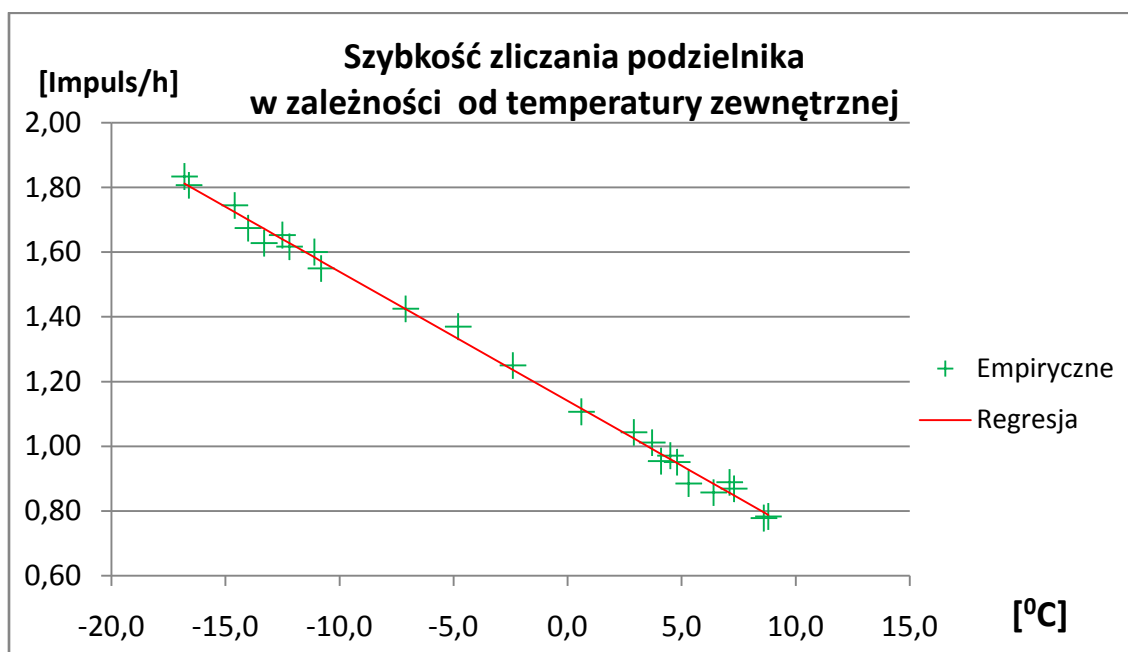
Oprócz głównego celu jakim było określenie wartości współczynnika proporcjonalności między ciepłem oddanym przez grzejnik a „zużyciem” rejestrowanym przez podzielnik, możemy na podstawie uzyskanych pomiarów uzyskać dodatkowo interesujące informacje.

Przedstawię dwie interesujące zależności, które można wykorzystać przy konstruowaniu regulaminu rozliczania kosztów ogrzewania. Pierwsza to zależność szybkości wskazań podzielnika w zależności od temperatury zewnętrznej.

Może być ona wykorzystana do obliczenia maksymalnego możliwego zużycia (w unitach na metr kwadratowy).

Druga zależność to moc grzejnika jako funkcja temperatury zewnętrznej. (Przez moc rozumiemy tu procent mocy nominalnej grzejnika). To z kolei umożliwi obliczenie jaką maksymalnie ilość ciepła mogły oddać grzejniki w całym sezonie grzewczym.

Wyniki przedstawiam w postaci graficznej.



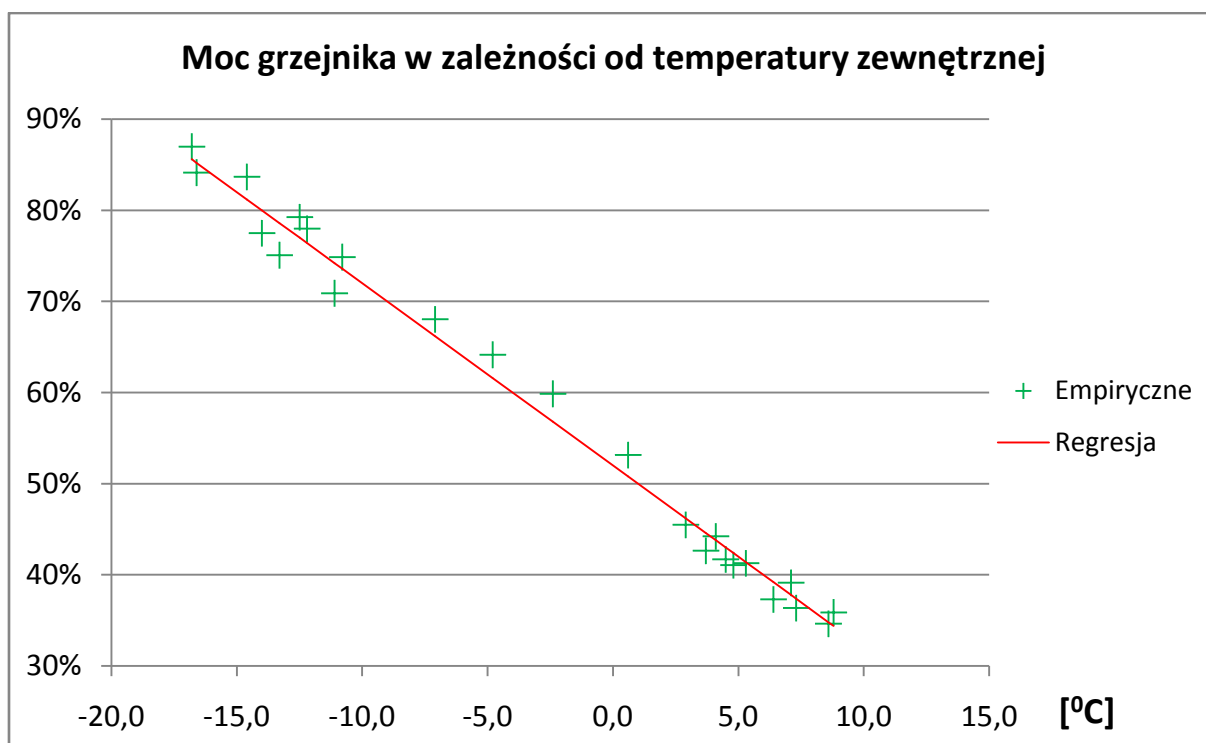
Równanie prostej regresji

$$L = 1,14 - 0,04 \cdot t$$

Gdzie

L – szybkość zliczania podzielnika w impulsach na godzinę

t – temperatura w stopniach Celsjusza



Równanie prostej regresji

$$M = 0,52 - 0,02 \cdot t$$

Gdzie

M – ułamek mocy nominalnej grzejnika (procent wykorzystania mocy)

t – temperatura w stopniach Celsjusza

Wykorzystamy pierwszą zależność do określenia maksymalnego możliwego wskazania podzielników w sezonach grzewczych 2010 i 2011.

### Sezon 2010

	Średnia temperatura [°C]	Szybkość zliczania podzielnika [Impuls/h]
Styczeń	-5,8	1,37
Luty	-0,9	1,18
Marzec	4,1	0,98
Kwiecień	9,5	0,77
Październik	7,7	0,84
Listopad	6,9	0,87
Grudzień	-4,3	1,31
	<b>Średnia szybkość zliczania</b>	<b>1,04</b>

## Sezon 2011

	Średnia temperatura [°C]	Szybkość zliczania podzielnika [Impuls/h]
Styczeń	1,1	1,10
Luty	-1,1	1,18
Marzec	5,1	0,94
Kwiecień	12,3	0,66
Październik	10,2	0,74
Listopad	4,4	0,97
Grudzień	4,3	0,97
	<b>Średnia szybkość zliczania</b>	<b>0,94</b>

Czyli w sezonie 2010 średnia szybkość wskazań podzielnika wyniosła **1,04** impulsów na godzinę, a w sezonie 2011 – **0,94** impulsu na godzinę.

*Uwaga!*

*Ponieważ szybkość zliczania jest liniową funkcją temperatury to identyczne rezultaty uzyskalibyśmy gdyby obliczenia przeprowadzić dla średnich temperatur dziennych zamiast miesięcznych.*

Aby określić maksymalne możliwe wskazania podzielnika musimy jeszcze znać długość sezonu grzewczego. Sezon 2010 trwał 255 dni czyli 6 120 godzin. Zatem maksymalne wskazanie podzielnika to  $6\ 120 \cdot 1,04 = 6\ 364,8$ . Weźmy w zaokrągleniu **6 360** impulsów ponieważ ostatnie dwie cyfry są nieznaczące.

Dla sezonu 2011 mamy 220 dni = 5280 godzin. Daje to **4 960** impulsów.

*Dla ilustracji moje „osiągni”:*

*sezon 2010 – 4 864 impulsy,*

*sezon 2011 – 3 265 impulsów.*

*Czyli odpowiednio 76% i 67% wartości maksymalnych. Ponieważ moje grzejniki nie były użytkowane non stop, a w czasie pracy zawory termostatyczne często były przykręcone, to mamy jednoznaczne, empiryczne potwierdzenie prawidłowości wyliczonych wartości maksymalnych.*

Mając maksymalne możliwe wskazania podzielników możemy teraz policzyć maksymalne możliwe „zużycie”. Do obliczeń przyjmuję dane moich grzejników.

Proste obliczenia pozwalają określić maksymalne możliwe zużycie następująco:

✓ Sezon 2010 – 163,9 unitów/m<sup>2</sup>

✓ Sezon 2011 – 127,8 unitów/m<sup>2</sup>

Gdyby do obliczeń przyjąć dane innego mieszkania to wyniki mogą się minimalnie różnić.

*Ale tylko minimalnie! Przy prawidłowo dobranych współczynnikach LAF większa moc grzejników w niekorzystnie usytuowanych mieszkaniach powinna być skompensowana mniejszą wartością współczynnika LAF.*

Na użytek analiz przyjmijmy maksymalne możliwe „zużycie” w zaokrągleniu (w dół!):

$$Z_{\max} = 125 \text{ unitów/m}^2$$

Warto zwrócić uwagę na jeszcze jeden bardzo mocny argument potwierdzający poprawność wyliczonych wartości. Aby porównywać różne sezony grzewcze (np. zbadać czy ocieplenie budynku przyniosło zmniejszenia zużycia ciepła) należy uwzględnić fakt, że mogą się one różnić zarówno długością trwania jak i średnimi temperaturami. W przeciwnym razie można dojść do całkowicie błędnych wniosków. (Na przykład, że ocieplenie budynku spowodowało wzrost zużycia ciepła podczas gdy wzrost zużycia ciepła może być efektem długiej i ciężkiej zimy).

W celu porównania danych z różnych sezonów wprowadza się bardzo wygodny parametr – stopniodni grzania. Uwzględnia on zarówno długość sezonu grzewczego jak i temperatury w czasie jego trwania. Po definicję i szczegóły odsyłam do literatury (np. prace profesora Józefa Dopke). Ważne jest, że ilość zużywanego ciepła (na ogrzewanie!) jest wprost proporcjonalna do ilości stopniodni sezonu grzewczego.

Poniższe dane zaczerpnięte z prac profesora Józefa Dopke.

Dla Wrocławia liczba stopniodni (w miesiącach grzewczych) wyniosła odpowiednio:

Rok 2010	– 2 787,5 stopniodni
Rok 2011	– 2 154,2 stopniodni

Stosunek tych liczb wynosi **1,29** (lub **0,77**).

Oznacza to, że w celu porównania sezonów 2010 i 2011 należy dane sezonu 2010 (ciepło na ogrzewanie, zużycie jednostkowe itp.) pomnożyć przez 0,77 lub dane sezonu 2011 pomnożyć przez 1,29.

Teraz zobaczmy, że stosunek maksymalnego „zużycia” w sezonach 2010 i 2011 wynosi niemal dokładnie tyle ile stosunek liczby stopniodni!

$$\frac{163,9}{127,8} = \mathbf{1,283}$$

$$\frac{127,8}{163,9} = \mathbf{0,779}$$

Na zakończenie tego appendixu jeszcze jeden wniosek.

Wróćmy zależności mocy grzejnika (jako ułamka mocy nominalnej) od temperatury zewnętrznej

$$M = 0,52 - 0,02 \cdot t$$

Gdzie

M – ułamek mocy nominalnej grzejnika (procent wykorzystania mocy)

t – temperatura w stopniach Celsjusza

Możemy teraz określić średnią wartość maksymalnej możliwej mocy grzejników w sezonach 2010 i 2011.

### Sezon 2010

	Średnia temperatura [°C]	Średnia moc maksymalna [%]
Styczeń	-5,8	63,6%
Luty	-0,9	53,8%
Marzec	4,1	43,8%
Kwiecień	9,5	33,0%
Październik	7,7	36,6%
Listopad	6,9	38,2%
Grudzień	-4,3	60,6%
	<b>Średnia w całym sezonie</b>	<b>47,1%</b>

### Sezon 2011

	Średnia temperatura [°C]	Średnia moc maksymalna [%]
Styczeń	1,1	49,8%
Luty	-1,1	54,2%
Marzec	5,1	41,8%
Kwiecień	12,3	27,4%
Październik	10,2	31,6%
Listopad	4,4	43,2%
Grudzień	4,3	43,4%
	<b>Średnia w całym sezonie</b>	<b>41,6%</b>

Co nam dają te informacje?

Otóż możemy łatwo policzyć jaką maksymalną ilość ciepła mogły oddać opomiarowane grzejniki w danym sezonie (gdyby były włączone cały czas na full!).

Zobaczmy jak to wygląda dla sezonu 2011 w moim mieszkaniu.

Moc nominalna opomiarowanych grzejników  $P = 4,3 \text{ kW}$ .

Wykorzystanie grzejników (jak wyżej)  $M = 41,6\%$

Czas trwania sezonu grzewczego  $t = 5\,280 \text{ h}$

Zatem maksymalne oddane ciepło w całym sezonie:

$$Q = P \cdot M \cdot t$$

Policzmy

$$Q = 4,3 \cdot 0,416 \cdot 5280 = 9\,444,86 \text{ kWh} = 34 \text{ GJ}$$

Zatem w sezonie 2011 w mieszkaniu, w którym nominalna moc opomiarowanych grzejników wynosi 4,3 kW, teoretycznie możliwe było pobranie **MASYMALNIE 34 gigadżuli** ciepła (z opomiarowanych grzejników!). Inaczej, na każdy **1 kW** mocy nominalnej górne ograniczenie oddanego ciepła w roku 2011 to **7,9 GJ**.

## **APPENDIX B**

### ***ANALIZA TEORETYCZNA ROZLICZEŃ WĘZŁA WNIOSKI NA PRZYSZŁOŚĆ***



## B1.WSTĘP

Spójrzmy na bilans węzła i możliwe zmiany z jeszcze innej strony.

Rozważmy przykładowy teoretyczny węzeł cieplny, którego dane odzwierciedlają dane z przeciętnych węzłów w naszej Spółdzielni. Dane te nie odnoszą się ani do konkretnego węzła, ani do konkretnego sezonu grzewczego. Są oparte na danych ze wszystkich węzłów z lat 2008, 2009, 2010 i 2011. W tym Appendixie chodzi o uchwycenie mechanizmów i zależności. Dokładną analizę sezonu 2011 przeprowadziłem w zasadniczej części pracy.

Przyjmijmy takie dane wyjściowe (wszystkie odniesione do metra kwadratowego):

- $Q = 0,40 \text{ GJ/m}^2$  – całkowite ciepło na ogrzewanie
- $Q_0 = 0,32 \text{ GJ/m}^2$  – ciepło stałe
- $Q_1 = 0,08 \text{ GJ/m}^2$  – ciepło zmienne

Czyli udział kosztów zmiennych (ciepła zmiennego)  $p=20\%$   $\left(p = \frac{0,08}{0,40}\right)$

Teraz koszty.

Przyjmijmy średni koszt węzła  $24 \text{ PLN/m}^2$  (czyli  $2 \text{ PLN/m}^2$  miesięcznie). Kwotę tę możemy przyjąć całkowicie dowolnie, ponieważ interesują nas PROPORCJE opłat a nie wartości bezwzględne. Gdyby przyjąć inną wartość trzeba by po prostu wszystkie wyniki przemnożyć przez odpowiedni współczynnik. Tym nie mniej przyjąłem wartość zbliżoną do rzeczywistej aby wyniki były czytelne.

Koszty niezależne (według faktur) przyjmijmy na poziomie 30% czyli  $7,2 \text{ PLN/m}^2$ .

Współczynnik proporcjonalności między ciepłem oddanym przez grzejnik a „zużyciem” rejestrowanym przez podzielniki przyjmijmy  $k=4 \text{ MJ/unit}$ .

Od razu możemy zauważyć, że średnie „zużycie” tego węzła wynosi  $Z_{\text{węzła}} = 20 \text{ unitów/m}^2$ . ( $0,08 \text{ GJ} = 80 \text{ MJ}$ ,  $(80 \text{ MJ/m}^2):(4 \text{ MJ/unit}) = 20 \text{ unitów/m}^2$ .)

Maksymalne możliwe „zużycie” zależy oczywiście od długości i intensywności sezonu grzewczego (podobnie jak ilość dostarczonego ciepła). Przyjmijmy dla naszego sezonu  $Z_{\text{max}} = 140 \text{ unitów/m}^2$ . (W dalszych rozważaniach taka czy inna wartość  $Z_{\text{max}}$  i tak nie będzie miała większego znaczenia bo nie wykorzystujemy jej jako podstawy do dalszych obliczeń).

Jakie symulacje możemy teraz przeprowadzić?

- ✓ Jak zmienia się udział kosztów zmiennych z zależności od zachowań użytkowników?
- ✓ Jak zmieniają się rachunki użytkowników dla innego niż właściwy poziom kosztów zmiennych?
- ✓ Jak zmienia się rachunek konkretnego użytkownika, jeżeli inni zmieniają swoje zachowania?

## B2. ZALEŻNOŚĆ POZIOMU KOSZTÓW ZMIENNYCH OD ZACHOWAŃ UŻYTKOWNIKÓW

Zobaczmy co zmieniłoby się gdyby użytkownicy zmienili intensywność korzystania z grzejników.

Nie zmieni się:

- ✓ Koszt niezależny
- ✓ Ciepło stałe  $Q_0$
- ✓ Maksymalne możliwe „zużycie”  $Z_{\max}$

Zmieni się:

### Ciepło zmienne $Q_1$

Jako konsekwencja zmiany  $Q_1$  zmienią się:

- ✓ Ciepło całkowite  $Q$  (bo  $Q = Q_0 + Q_1$ )
- ✓ Koszt całkowity
- ✓ Koszt średni węzła
- ✓ Procent kosztów niezależnych
- ✓ **Udział kosztów zmiennych!**
- ✓ **Średnie zużycie węzła  $Z_{\text{węzła}}$**

Szczególnie warto zwrócić uwagę na dwa ostatnie parametry.

Poziom kosztów zmiennych (udział ciepła zmiennego) to oczywiście

$$p = \frac{Q_1}{Q_0 + Q_1}$$

Biorąc pod uwagę, że  $Q_1 = k \cdot Z_{\text{węzła}}$  mamy:

$$p = \frac{kZ_{\text{węzła}}}{Q_0 + kZ_{\text{węzła}}}$$



Jak widzimy, udział kosztów zmiennych bardzo mocno zależy od zachowań użytkowników!

Nie można zatem jednoznacznie odpowiedzieć na pytanie: Jaki jest właściwy poziom kosztów zmiennych, który powinno się zapisać w regulaminie - 10%, 15% czy też może 50% lub 60%? W zależności od zachowań użytkowników każda z tych wartości może być prawidłowa jak też może być całkowicie oderwana od rzeczywistości.

### B3. ZALEŻNOŚĆ RACHUNKU OD ZADEKRETOWANEGO POZIOMU KOSZTÓW ZMIENNYCH

Aby przeprowadzić tę symulację wystarczy po prostu przeprowadzić obliczenia dla danych zmieniając jedynie „zadekretowany” poziom kosztów zmiennych.

Wtedy

$$\text{Koszt} = \text{koszt niezależny} + (1-p_d) * (\text{koszt zależny}) + p_d * (\text{koszt zależny}) * (\text{udział w „zużyciu”})$$

Gdzie:

udział w „zużyciu” =  $Z/Z_{\text{węzła}}$ , (Z- „zużycie” indywidualne)

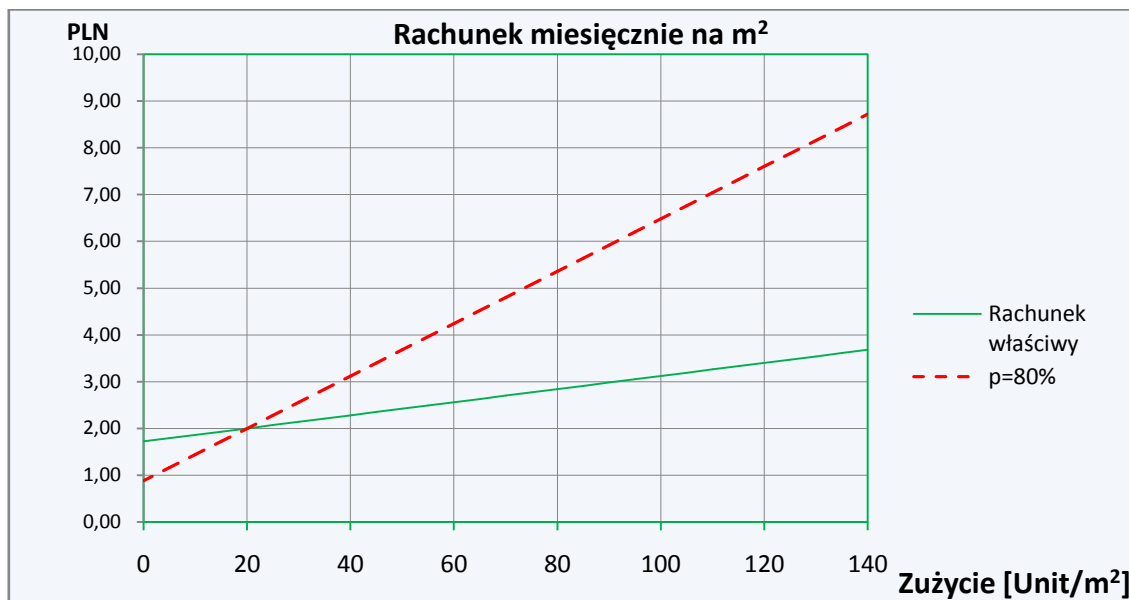
$p_d$  – „zadekretowany” poziom kosztów zmiennych.

Stosujemy zatem dokładnie taki sposób obliczania jaki obowiązuje w regulaminie za 2011 rok.

Porównajmy zatem koszty użytkowników wyliczone prawidłowo i przy użyciu arbitralnego założenia poziomu kosztów zmiennych na poziomie  $p=80\%$ .

Taki poziom został przyjęty w rozliczeniach za sezon 2011.

Wyniki przedstawiam na wykresie.



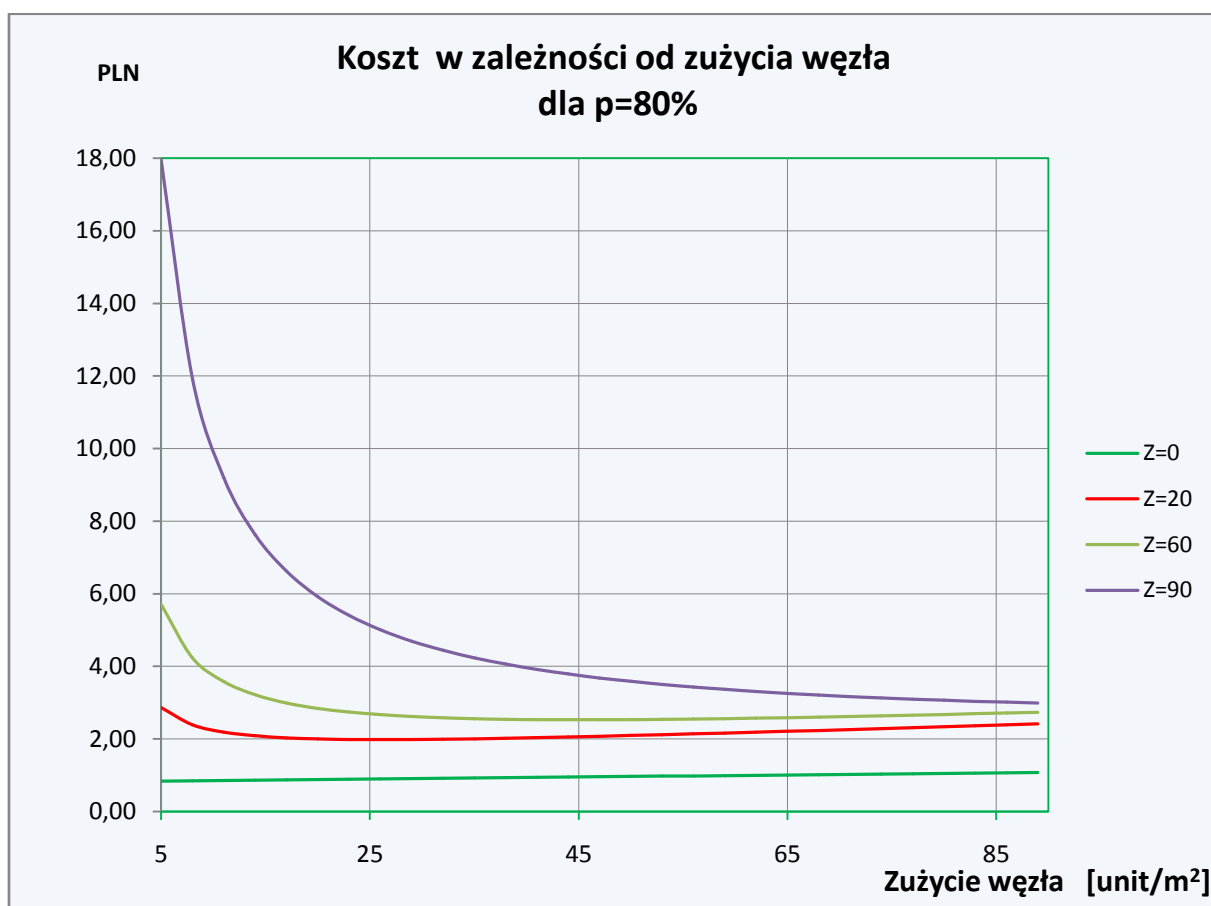
Jak widzimy, tylko użytkownik o „zużyciu” równym średniemu „zużyciu” węzła jest niewrażliwy na zmiany dekreowanego udziału kosztów zmiennych i tylko dla niego rachunek jest właściwy. Użytkownicy o mniejszym „zużyciu” dostają niezаслужone premie (płacą mniej niż powinni) a użytkownicy o „zużyciu” większym niż średnie są karani i to tym bardziej im większe jest ich indywidualne „zużycie”.

Przy prawidłowym rozliczeniu stosunek najwyższego i najniższego rachunku wynosi około 1:2,5. Przy rozliczeniu z poziomem kosztów zmiennych  $p=80\%$  ten stosunek wynosi aż 1:10! W tym wypadku rachunki mogą różnić się o rząd wielkości!

Jest to oczywisty absurd. Regulamin, który dopuszcza takie dysproporcje nadaje się tylko do natychmiastowego wyrzucenia na śmietnik.

## B4. ZALEŻNOŚĆ RACHUNKU OD ZACHOWAŃ INNYCH UŻYTKOWNIKÓW

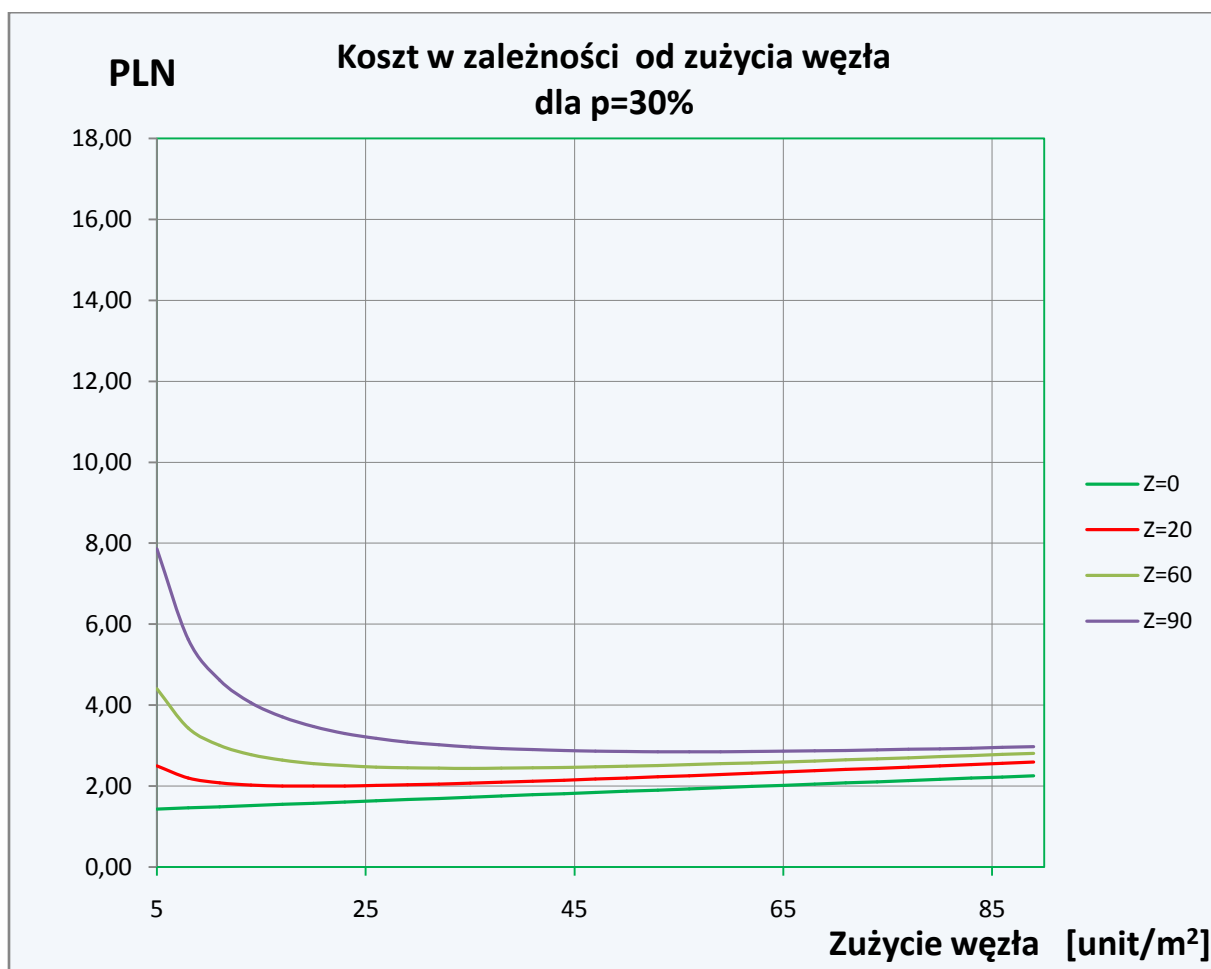
Jeszcze ciekawsza jest symulacja pokazująca jak zmienia się rachunek użytkownika w zależności od zmian zachowań sąsiadów, czyli od zmiany średniego zużycia węzła.



Poszczególne linie przedstawiają rachunki użytkowników o konkretnym „zużyciu”.  
Kolejno od dołu:

$Z = 0$  unitów/m<sup>2</sup>  
 $Z = 20$  unitów/m<sup>2</sup>  
 $Z = 60$  unitów/m<sup>2</sup>  
 $Z = 90$  unitów/m<sup>2</sup>

To samo dla poziomu kosztów zmiennych  $p=30\%$



Widzimy, że przy takim samym indywidualnym „zużyciu” (takim samym użytkowaniu grzejników) rachunek może się diametralnie zmieniać przy zmianie średniego zużycia węgla, a więc zmianie zachowań innych użytkowników. Rachunki zaczynają dramatycznie wzrastać gdy inni zaczynają nadmiernie oszczędzać. Dla mniejszej wartości poziomu kosztów zmiennych mechanizm zostaje złagodzony (ale nie zlikwidowany!).

Ten fakt pokazuje, że hasło „płacisz tylko za to co zużyłeś” to po prostu propagandowy humbug.

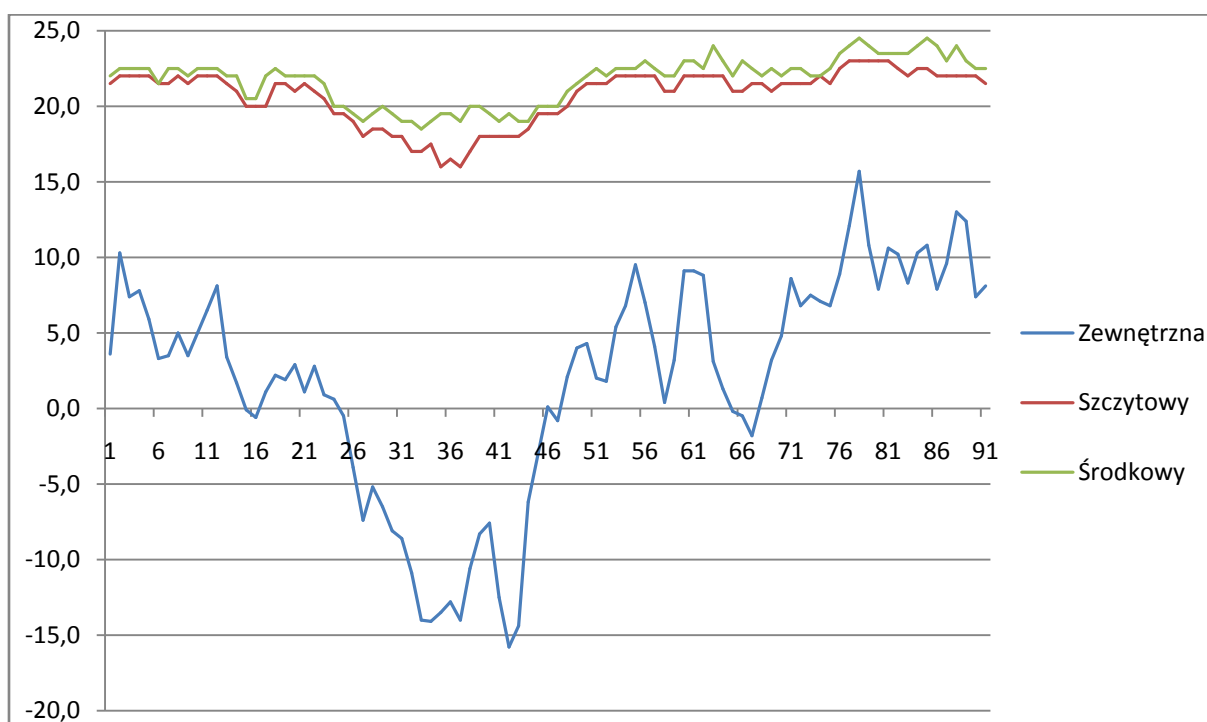
Tylko w przypadku gdy poziom kosztów zmiennych przyjęty jest na poziomie zgodnym z rzeczywistością rachunek konkretnego użytkownika staje się mało wrażliwy na zachowania innych.

## B5. UWAGI I WNIOSKI KOŃCOWE

Na zakończenie tego fragmentu jeszcze jedna uwaga. Często można spotkać się z niedowierzaniem gdy ktoś dowiaduje się, że rzeczywisty poziom kosztów zmiennych to zaledwie kilkanaście procent. Jeżeli jednak przeanalizujemy dane ze wszystkich węzłów i zobaczymy, że średnie „zużycie” węgla oscyluje w granicach 10% maksymalnego, a są takie węzły gdzie wynosi ono 5%-7% to sprawa staje się jasna.

Aby jednak rozwiać ostatecznie wszystkie wątpliwości postanowiłem przeprowadzić eksperyment polegający na całkowitym wyłączeniu grzejników. Od 1 stycznia 2012 roku zakręciłem zawory na wszystkich swoich grzejnikach. Codziennie notowałem temperatury w pokojach, temperaturę na klatce schodowej i temperaturę zewnętrzną. Ku mojemu zdumieniu mimo wyłączonych grzejników temperatura utrzymywała się na poziomie 20 °C - 22 °C, nawet w największe mrozy. Jedynie w pokoju szczytowym (duża ściana zewnętrzna) na krótko spadła poniżej 18 °C. O czym to świadczy? Właśnie o tym, że znacząca większość ciepła dociera do mieszkań poza grzejnikami opomiarowanymi.

Oto fragment moich obserwacji w postaci wykresów:



Wykresy przedstawiają temperatury w okresie od 1 stycznia 2012 do 31 marca 2012. Kolejne linie (od dołu wykresu) przedstawiają kolejno następujące parametry:

- Temperatura zewnętrzna. Jest to średnia temperatura z 24 godzin poprzedzających pomiar.
- Temperatura w pokoju środkowym.
- Temperatura w pokoju szczytowym z dużą ścianą zewnętrzną.

Jakie wnioski wynikają z tych rozważań?

Zauważmy, że obecne wykorzystanie grzejników w mieszkaniach jest na bardzo niskim poziomie.

Jest to konsekwencja obecnego regulaminu obciążającego progresywnie użytkowników korzystających intensywniej z ogrzewania. Przyjęcie propozycji Zarządu przez Radę Nadzorczą na przyszły sezon tylko nieznacznie złagodzi ten problem. Zmiany będą naprawdę kosmetyczne. Szczególnie jeżeli weźmiemy pod uwagę kuriozalny sposób uwzględniania grzejników łazienkowych. W dalszym ciągu możliwe będzie naliczenie użytkownikowi opłaty za taką ilość ciepła, której fizycznie nie mogły wyemitować jego grzejniki.

Jak powinien wyglądać poprawny, możliwy do zaakceptowania regulamin?

**Najlepszym rozwiązaniem byłoby zrezygnowanie z jednolitego podziału na koszty wspólne i zmienne jednakowego dla wszystkich węzłów.**

**Odpowiedni zapis w regulaminie mógłby brzmieć następująco:**

*„...proporcję kosztów wspólnych i zmiennych ustala się corocznie, oddzielnie dla każdego węzła. Ustalenia dokonuje Zarząd w oparciu o całkowite zużycie węzła, według algorytmu opisanego w załączniku...”*

W załączniku można by opisać procedurę, którą przedstawiłem wcześniej. Można też opisać ją bezpośrednio w regulaminie, w dalszej kolejności.

Taki zapis w regulaminie pozwala na uwzględnienie dwóch ważnych faktów:

- Zróżnicowania między węzłami.
- Dopasowanie proporcji kosztów wspólnych i zmiennych do zmieniających się zachowań użytkowników.

W przypadku sztywnego określenia proporcji kosztów wspólnych i zmiennych z góry godzimy się na to, że będą pojawiać się poważne nieprawidłowości.

Jeżeli decydujemy się uwzględnić grzejniki łazienkowych w części zmiennej, to BEZWZGLĘDNIE należy przyjąć jako podstawę zmierzone lub prawidłowo obliczone maksymalne wskazania podzielnika. Jak można to dokładnie zrobić pokazałem w poprzednim Appendixie A. Jeżeli weźmie się do obliczeń średnią ze wskazań podzielników na grzejnikach w pokojach to popełniamy katastrofalny błąd! Polega on na tym, że grzejniki w łazienkach pracują non stop z pełną mocą a grzejniki w pokojach są wyłączane lub ich moc jest ograniczana przez regulację zaworami termostatycznymi. Jak pokazuje analiza rzeczywistych danych to ograniczenie jest znaczące.

Zwracam uwagę, że takie rozwiązania to absolutne minimum. W dalszym ciągu nie rozwiązany zostanie w ten sposób problem przepływu ciepła mieszkaniami. Dalej użytkownicy intensywniej korzystający z ogrzewania będą płacić za ciepło przepływające do sąsiadów, ale przynajmniej nie będą za to ciepło płacić zawyżonej ceny.

Zauważmy, że taki regulamin nie miałby żadnych szans w Czechach, gdzie obowiązuje zasada (*oparta na prawach fizyki, które obowiązują również w budownictwie!*), że rachunek nie może przekraczać o 40% (w górę lub w dół) tego jaki wynikałby z obliczonego według powierzchni (czyli średniej węzła).

Warto by też przemyśleć jeszcze dwa zagadnienia.



Po pierwsze regulamin powinien zawierać swoiste „zawory bezpieczeństwa” umożliwiające reklamację absurdalnych rachunków. Obecnie reklamacje nawet najbardziej absurdalnego rachunku są odrzucane „...bo naliczenie odbyło się zgodnie z regulaminem”. Przykładowo zapis typu „...Rachunek nie może przekroczyć więcej niż o x% średniej węzła”. Jak to zrobić aby system się bilansował? Mam kilka propozycji, jeżeli Państwo zechcą mogę je przedstawić.

Po drugie warto pomyśleć o sensownym rozliczaniu ryczałtowym. Obecny sposób ma charakter sankcji za rezygnację z podzielników. Jest to zrozumiałe, że przy takim regulaminie jak obecnie, stawki ryczałtowe muszą być horrendalne i zaporowe bo inaczej wszyscy intensywniej korzystający z ogrzewania masowo rezygnowali by z podzielników. Jeżeli jednak uchwalą Państwo racjonalny Regulamin to można ustalić takie stawki ryczałtowe, które z jednej strony nie zachęcały by do rezygnacji z podzielników, ale z drugiej strony nie będą miały charakteru sankcji karnej dla osób chcących rozliczać się ryczałtowo.

---

Na zakończenie kilka uwag ogólniejszych. Można się zastanawiać dlaczego pojawiają się takie problemy z rozliczaniem podzielnikowym chociaż w wielu krajach system stosowany jest z powodzeniem?

Powodów jest wiele i co ciekawe są one opisane szeroko w literaturze. Tym bardziej dziwi fakt, że nieprawidłowości i absurdy utrzymują się cały czas.

Jednym z głównych powodów jest aplikacja systemów zagranicznych (głównie niemieckich) nie dostosowanych do warunków polskich.

W Niemczech (poza starszymi budynkami w byłym NRD) istnieje obowiązek izolowania pionów grzewczych i nieporównanie większe są izolacyjne parametry ścian działowych (co zmniejsza efekty przepływu ciepła między mieszkaniami). Ponadto koszty ogrzewania stanowią o wiele mniejszy udział w domowych budżetach niż w Polsce co skutkuje brakiem użytkowników nadmiernie oszczędzających na ogrzewaniu.

W tamtych warunkach rzeczywiście koszty zmienne mogą stanowić nawet 70%.

Proste przeniesienie do warunków polskich daje katastrofalne rezultaty. Zwróćmy uwagę, że uwzględnienie grzejników łazienkowych zwiększyło udział kosztów zmiennych z 19% do 40%. Jeszcze większy wzrost byłby po uwzględnieniu ciepła oddawanego przez piony grzewcze.

To jest główny powód nieprawidłowości!

Mimo, że norma PN-EN 834 zaleca zaliczania ciepła oddawanego przez piony do zużycia indywidualnego, większość firm aplikujących systemy niemieckie ignoruje to zalecenie. **Firma ISTA również ignoruje to zalecenie normy.**

Na dodatek, mimo to forsuje się absurdalnie wysokie proporcje kosztów zmiennych. Firma ISTA ma tu niechlubną kartę. W literaturze opisane są liczne przykłady wadliwych rozliczeń firmy ISTA. (np. monografia profesora Pieńkowskiego, którą chętnie Państwu udostępnię). W krajach gdzie występują nieizolowane piony grzewcze bezwzględnie przestrzega się uwzględniania ciepła pionów w bilansie. Na terenach byłej NRD montuje się podzielniki na przewodach. W Szwajcarii stosuje się inną metodę, która polega na dodaniu do „zużycia” grzejników oszacowanego „zużycia” pionów grzewczych. Warto zwrócić uwagę, że w tym przypadku wykorzystuje się właśnie przeliczenie jednostek „zużycia” (w unitach) na ciepło oddane ( w gigadżulach) !

Co ciekawe istnieją firmy, które oferują systemy dostosowane do warunków polskich, również z odczytem radiowym. Może warto rozważyć zmianę firmy. Nie wiem jakie były kryteria wyboru firmy ISTA. Domyślam się, że zdecydował najniższy koszt obsługi. Ale to czy koszt odczytu podzielnika wynosi 5 zł czy 15 zł nie powinno stanowić jedynej przesłanki. Czy to będzie 5 zł czy 15 zł to dla użytkownika wydatki groszowe stanowiące promile kosztów całkowitych. O wiele ważniejszym kryterium jest to czy naliczane rachunki odzwierciedlają wielkość zużytego ciepła.

Podam Państwu trzy przykłady.

CIEPŁO CORPOTATION [www.cieplo-corp.pl](http://www.cieplo-corp.pl)

Firma deklaruje system rozliczeń eliminujący „kominy” w rachunkach.

ALMOT-ECO Bis [www.almot-eco.com](http://www.almot-eco.com)

Firma oferuje system rozliczeń oparty na uwzględnieniu tradycyjnych wskazań podzielników w powiązaniu z rejestracją temperatury (metoda komfortu cieplnego). Zapewnia to uwzględnienie przepływu ciepła między mieszkaniami

UNIKA [www.unika.com.pl](http://www.unika.com.pl)

Firma oferuje system uwzględniający ciepło oddawane przez piony grzewcze za pomocą oryginalnej metody nie wymagającej instalowania podzielników na rurach. W ten sposób wysokość rachunków jest bardzo dobrze skorelowana z ilością zużytego ciepła.

Podane przykłady to firmy polskie, które opracowywały swoje systemy do warunków polskiego budownictwa.

Proszę nie myśleć, że jestem przeciwnikiem firm zagranicznych. Jeżeli jednak firma taka jak ISTA aplikuje system niemiecki, bez minimum dobrej woli aby dostosować go do polskich warunków to sądzę, że nie musimy się na to godzić.