

- Janusz Skiba -

ROZLICZANIE KOSZTÓW CENTRALNEO OGRZEWANIA

Analizy, informacje

Wrocław 2013

*„Rzeczg zmysłów jest oglądać,
rzeczg intelektu myśleć”*

Immanuel Kant

Spis treści

1. Wstęp	2
2. Trudności indywidualnego rozliczania kosztów ogrzewania	4
3. Czym jest podzielnik?	6
4. Dlaczego podzielnik nie jest ciepłomierzem?	8
5. Sposoby rozliczania kosztów ogrzewania	10
6. Rozliczanie za pomocą podzielników	11
7. Czy rachunki są „sprawiedliwe”?	13
8. Mechanizm patologii w rozliczaniu podzielnikowym	15
9. Rozliczenie sezonu 2012	21
10. Jaki jest rzeczywisty poziom kosztów zmiennych?.....	28
11. Absurdy starego regulaminu	34
12. Propozycje rozwiązań – nowy regulamin.....	37
13. Uwagi końcowe – mity rozliczania podzielnikowego	43
14. Appendix A – Eksperymentalne badanie zależności ciepło-zużycie	47
15. Appendix B – Zmiana udziału części zmiennej.....	73
16. Appendix C – Analiza teoretyczna rozliczeń węzła	75

1. WSTĘP

Analizę przeprowadziłem w oparciu o materiały dotyczące rozliczeń sezonu 2011 i 2012 w SM „Polanka”. Opracowanie powstało w związku z pracami nad nowym regulaminem rozliczania kosztów centralnego ogrzewania.

Aby polepszyć czytelność mojej analizy pewne fragmenty wydzieliłem w formie Appendixów umieszczonych na końcu. Zawartość Appendixów nie jest niezbędna do zapoznania się z główną zawartością. Jeżeli ktoś nie jest zainteresowany szczegółami może je spokojnie pominąć.

W Appendixie A opisałem moje eksperymenty, których celem było zmierzenie współczynnika proporcjonalności między ciepłem oddanym przez grzejnik i zużyciem rejestrowanym przez podzielnik. Tam też określiłem maksymalne wartości wskazań podzielników i maksymalne ilości ciepła oddanego przez grzejnik. Ponadto przedstawiłem źródłowe materiały firmy ISTA (z Niemiec!) i dyrektywę VDI 2077.

W Appendixie B wyliczyłem dokładnie jak zmienia się udział kosztów zmiennych przy zmianie zachowań użytkowników.

W Appendixie C 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.

Podzielniki kosztów ogrzewania wykorzystuje się aby zminimalizować marnotrawstwo energii i dostosować rachunki za ciepło do indywidualnego zużycia. Takie cele są jak najbardziej racjonalne i trudno byłoby je zakwestionować w sensowny sposób.

Jednakże nieznamość zasad takiego rozliczania skutkuje często sporą liczbą nieporozumień, przekłamań, mitów czy wręcz fałszywych twierdzeń. Sytuacji nie ułatwia fakt, że dotychczas stosowane regulaminy dawały katastrofalne rezultaty, to znaczy rozpiętości rachunków w żaden sposób nie były związane z rozpiętością ilości pobranego ciepła. Wysokość niektórych rachunków urągała nie tylko zasadom inżynierii, prawom fizyki ale i zdrowemu rozsądkowi.

Skutkowało to pojawieniem się tendencji do nadmiernego oszczędzania. W efekcie ponad 25% mieszkań prawie w ogóle nie korzysta z grzejników (ma bliskie zera zużycie).

Dlaczego tak się dzieje? Jak można poprawić ten niekorzystny stan? Co zrobić aby rachunki były „sprawiedliwe”? Jak promować zachowania energooszczędne bez popadania w oszczędność patologiczną?

Na te i wiele innych pytań znajdą Państwo odpowiedź w tym opracowaniu.

2. TRUDNOŚCI INDYWIDUALNEGO ROZLICZANIA KOSZTÓW OGRZEWANIA

Rozliczanie indywidualnych kosztów ogrzewania różni się w sposób diametralny od rozliczania kosztów innych mediów (np. wody, energii elektrycznej). W przypadku energii elektrycznej każdy ma indywidualną umowę z dostawcą i rozlicza się według wskazań własnego licznika bez pośredników. Podobnie jest z wodą. Tu mimo, że nie zawieramy indywidualnej umowy z dostawcą to rachunek powstaje w wyjątkowo prosty i nie budzący żadnych wątpliwości sposób. Mnożymy po prostu zużycie wyrażone w m³ przez cenę jednego m³. Każdy użytkownik jest całkowicie niezależny od innych. Jeżeli zdarzy się, że ktoś w ogóle nie zużywa prądu (nie ma lodówki, pralki, komputera, telewizora i lubi siedzieć w ciemnościach) to takie dziwactwo w żaden sposób nie wpłynie na rachunki innych. Podobnie gdy ktoś zużywa nieprawdopodobnie dużo energii elektrycznej to jest to tylko jego sprawa i jego zmartwienie przy płaceniu rachunku. To samo oczywiście odnosi się do zużycia wody.

Zupełnie inaczej przedstawia się sprawa w przypadku ciepła dostarczanego za pomocą instalacji centralnego ogrzewania. Zaczniemy od tego, że stroną umowy z dostawcą ciepła jest Spółdzielnia a nie indywidualny użytkownik. Jednak to samo w sobie nie jest największym problemem bo przecież podobnie jest w przypadku wody. Spółdzielnia rozlicza się z dostawcą w oparciu o rzeczywiste koszty na podstawie wskazań urządzeń pomiarowych (ciepłomierz) w węźle cieplnym.

Koszt poniesiony na rzecz dostawcy jest następnie dzielony na wszystkich użytkowników należących do danego węzła. Ten podział to domena wewnętrznego regulaminu. Warto zwrócić uwagę, że ten regulamin w ogóle nie interesuje dostawcy. Jest mu całkowicie obojętne jak koszty zostaną rozdzielone pomiędzy mieszkańców.

W dalszej części zrozumiemy dlaczego ten podział kosztów nie daje się tak łatwo przeprowadzić jak w przypadku wody.

Jak wygląda struktura opłat za ogrzewanie?

Koszty całkowite związane z dostawą energii cieplnej do węzła dzielą się na dwa składniki:

A. koszty niezależne – wszystkie koszty, które nie zależą od zużycia ciepła wyrażonego w GJ (gigadżulach) czyli:

- ✓ Opłaty za moc zamówioną
- ✓ Opłaty przesyłowe za moc
- ✓ Opłata abonamentowa
- ✓ Opłata za nośnik.
- ✓ Inne np. rezerwa reklamacyjna

B. koszty zależne – koszty związane ze zużyciem energii cieplnej wyrażonym w GJ, naliczane w oparciu o wskazania ciepłomierza w węźle cieplnym. Koszty zależne to wyłącznie:

- ✓ Koszt ciepła
- ✓ Opłata przesyłowa zmienna za ciepło

Głównym składnikiem kosztów niezależnych jest opłata za moc zamówioną (wraz z opłatą przesyłową).

Dlatego też często mówiąc o całych kosztach niezależnych mówi się o „opłacie za moc zamówioną”. To co jest dopuszczalne przy popularyzacji zagadnienia jest oczywiście nie do przyjęcia w rozrachunkach, dlatego będziemy unikać takiego popularnego uproszczenia.

Warto podkreślić, że koszty niezależne należało by ponieść nawet gdyby pobór ciepła był zerowy. Te koszty zupełnie nie mają związku ze zużyciem ciepła. W naszej Spółdzielni, w sezonie 2012 koszty niezależne stanowiły około 40% kosztów całkowitych. (Średnio, bo były oczywiście różnice między węzłami).

Koszty zależne oblicza się na podstawie ceny ciepła i ceny przesyłu ciepła. Przykładowo na koniec roku 2012 te ceny wynosiły netto:

- Ciepło 27,82 PLN/GJ (złoty za gigadzul)
- Przesył 12,51 PLN/GJ

Po zsumowaniu i doliczeniu 23% VAT dostajemy:

Cena ciepła brutto = 49,61 PLN/GJ

Naturalnie, że przy zmianach cen w trakcie sezonu (a takie zmiany zwykle mają miejsce) też można zadać pytanie: „Jaka była cena jednego gigadzula w danym roku?”. Odpowiedzią na takie pytanie będzie wartość uśredniona. W praktyce taka wiedza nie jest do niczego potrzebna bo faktury opłaca się miesięczne według aktualnych cen a następnie sumuje. Jednak do celów poglądowych można sobie taką średnią cenę wyliczyć dzieląc roczny koszt zależny przez roczną wartość zarejestrowanego ciepła.

Wróćmy zatem rozliczeń. Widzimy, że jeżeli chcemy rozliczać koszty ciepła „według zużycia”, to inaczej musimy potraktować koszty niezależne, a inaczej koszty zależne. Jak się jednak okazuje to jeszcze nie koniec komplikacji.

W bilansie musi się też znaleźć ciepło na ogrzanie powierzchni wspólnych (klatek schodowych, suszarni, wózkarni, straty przesyłu itd.), które należy potraktować podobnie jak koszty niezależne.

Sprawa jest prosta w budynkach budowanych ostatnio, posiadających taką konstrukcję instalacji centralnego ogrzewania, która umożliwia zastosowanie ciepłomierzy w mieszkaniach.

Wtedy mierzy się ciepło zużyte w danym mieszkaniu (w gigadzulach) i odpowiednio do tego nalicza opłatę. Ponadto łatwo można określić ile ciepła przypadło na ogrzewanie części wspólnych. (Od od zużycia ciepła dla całego budynku odejmuje się sumaryczne zużycie ciepła mieszkań). Rachunek końcowy jest wyjątkowo czytelny. Każdy płaci za to co wskazuje ciepłomierz (według ceny ciepła wyliczonej jak powyżej) ORAZ koszty niezależne i ogrzanie części wspólnych – proporcjonalnie do powierzchni mieszkania (czyli według udziału w nieruchomości).

W tym, z pozoru klarownym obrazie kryje się jedna pułapka, która nie ma swojego odpowiednika przy rozliczaniu kosztów wody lub kosztów energii elektrycznej. Chodzi o PRZEPŁYW CIEPŁA MIĘDZY MIESZKANIAMI.

Polega to na tym, że jeżeli ktoś za bardzo „oszczędza” (w skrajnym przypadku w ogóle nie włącza kaloryferów) to i tak ciepło przepływa od sąsiadujących mieszkań.

Wówczas temperatura, mimo że niższa niż u sąsiadów, może być wystarczająca do przebywania w mieszkaniu a rachunki sąsiadów są zwiększone o koszt ciepła, które „darmowo” pobrał od nich sąsiad.

Jak takie sytuacje wykluczyć?

Zwykle zarządca (wspólnota, spółdzielnia), jeżeli dochodzi do takiej sytuacji, ustala w regulaminie minimalną ilość ciepła jaką należy pobrać aby zachować prawidłowe parametry eksploatacji mieszkania. Nie opłaca się więc oszczędzać ponad miarę. W przypadku posługiwania się ciepłomierzami jest to dość proste, czytelne dla wszystkich i łatwo akceptowalne rozwiązanie. Ponadto przepływ ciepła między mieszkaniami minimalizuje się projektując ściany oddzielające mieszkania. Współcześnie ściany te muszą spełniać odpowiednie normy dotyczące izolacji cieplnej. Standardem jest izolowanie warstwą styropianu (lub innego izolatora) nie tylko ścian zewnętrznych budynku ale i ścian oddzielających mieszkania.

Warto podkreślić w tym miejscu, że samo wykorzystanie ciepłomierzy mieszkaniowych w poziomych instalacjach centralnego ogrzewania nie gwarantuje prawidłowego rozliczenia. Są dwie sytuacje zaburzające ten z pozoru idealny mechanizm. Pierwszy przypadek to niewystarczające parametry izolacji cieplnej między mieszkaniami. Wtedy przepływ ciepła z mieszkania do mieszkania może rażąco wypaczyć rozliczenia. Drugi przypadek to niewłaściwie skonstruowane regulaminy rozliczeń. Zdarza się, że mimo możliwości bezpośredniego zmierzenia jaka część ciepła emitowana jest w mieszkaniach a jaka w części wspólnej, zarządca ten parametr... dekretuje w regulaminie. Jeżeli zadekretowana wielkość odbiega od rzeczywistości to kłopoty murowane.

Niestety, nie wszędzie da się taki sposób zastosować. W budynkach SM „Polanka” nie ma takiej możliwości. Dlaczego?

Ze względu na pionową instalację centralnego ogrzewania. Gdyby chcieć zastosować ciepłomierze, trzeba by w każdym mieszkaniu zainstalować tyle ciepłomierzy ile jest kaloryferów (również w łazience). Jednak nawet wtedy znacząca część ciepła pozostawała by poza rejestracją (ciepło oddawane do mieszkań przez piony grzewcze). Biorąc pod uwagę koszt ciepłomierza i koszt okresowej legalizacji taki pomysł jest całkowicie nieopłacalny! Jeżeli chcemy rozliczać koszty tak aby rachunki odzwierciedlały indywidualne zużycie ciepła możemy wykorzystać właśnie podzielniki kosztów ogrzewania .

Ale o tym w następnym rozdziale.

3. CZYM JEST PODZIELNIK?

Podzielniki są urządzeniami, które montuje się w sposób trwały na grzejnikach (kaloryferach) celem ustalenia udziału ilości ciepła emitowanego przez grzejnik w ogólnej ilości ciepła dostarczonego do budynku.

Taka jest formalna definicja. Zobaczmy co to znaczy.

Podzielnik nie jest miernikiem! Dlatego też nie jest legalizowany tak jak wodomierze, ciepłomierze czy liczniki energii elektrycznej. Niektórzy wyciągają stąd wniosek, że stosowanie podzielników jest nielegalne. Takie twierdzenie jest w sposób oczywisty nieprawdziwe. Podzielniki zalicza się do tzw. urządzeń wskaźnikowych, są dopuszczone do użytku, warunki jakim muszą odpowiadać określa norma PN-EN 834 (podzielniki elektroniczne) lub PN-EN 835 (podzielniki cieczowe). Stosowanie podzielników do rozliczania kosztów ogrzewania jest więc w pełni legalne. Kto twierdzi inaczej sieje tylko dezinformację i sprowadza dyskusję na manowce. Z drugiej strony fakt, że podzielnik nie jest miernikiem (ciepłomierzem) bywa wykorzystywany w dyskusjach (przez entuzjastów podzielników) w sposób urągający zasadom logiki. Rozwinę ten wątek w następnym rozdziale.

Co wobec tego wskazuje Podzielnik?

W dalszej części skoncentrujemy się wyłącznie na podzielnikach elektronicznych dwuczujnikowych, takich jakie mamy zamontowane w zasobach naszej spółdzielni. Nie będziemy w tym miejscu wnikać w szczegóły techniczne i podstawy teoretyczne. Najpierw warto zauważyć, że wskazaniom podzielnika nie są przypisane żadne jednostki (mówimy, że są to wielkości bezwymiarowe). Wskazania podzielnika możemy zinterpretować tylko wtedy kiedy wiemy na jakim grzejniku jest on zamontowany.

Każdemu grzejnikowi przypisany jest współczynnik zależny od mocy grzejnika tj. współczynnik UF. Im większy grzejnik (większa moc) tym większa wartość współczynnika UF. Dodatkowo jeszcze na rachunku figuruje współczynnik LAF, który zależy od usytuowania mieszkania w bryle budynku. Współczynnik ten pozwala uwzględnić fakt, że mieszkania niekorzystnie usytuowane (zewnątrzne ściany budynku, mieszkania narożne, mieszkania nad przejściami) z jednej strony potrzebują więcej ciepła na utrzymanie temperatury normatywnej a jednocześnie stanowią dla mieszkań środkowych izolację cieplną. W corocznych rozliczeniach za ciepło, dla każdego grzejnika mamy następujące dane:

- Wskazanie podzielnika
- Współczynnik UF
- Współczynnik LAF

Wyliczamy dla każdego grzejnika wielkość nazwaną „zużyciem” według reguły

$$\text{ZUŻYCIE} = (\text{wskazania podzielnika}) * (\text{UF}) * (\text{LAF})$$

Dodając „zużycie” wszystkich grzejników w mieszkaniu dostajemy „zużycie” danego mieszkania.

Na rachunkach jednostki „zużycia” są określane są jako „obliczeniowe jednostki zużycia”. W nowym regulaminie, dla wygody wprowadzono zamienną nazwę „**unit**”.

Zatem „obliczeniowa jednostka zużycia” i „unit” to synonimy.

Teraz wróćmy do pytania: Co wskazuje podzielnik? Dokładniej: Jak interpretować „zużycie”?

W tym celu odwołajmy się do normy PN-EN 834.

Na chwilę abstrahujemy od współczynnika LAF (czyli przyjmijmy LAF=1).

Norma PN-EN 834 mówi:

„Zużycie rejestrowane przez podzielnik jest WPROST PROPORCJONALNE do ciepła oddanego przez grzejnik”.

Jak zobaczymy dalej w zastosowaniach podzielnik jest traktowany jak miernik. Spełnia bowiem konieczny (choć niewystarczający) warunek do bycia przyrządem pomiarowym. Podam przykład.

Dlaczego termometr cieczowy jest miernikiem temperatury?

Otóż dlatego, że przyrost długości słupka cieczy jest wprost proporcjonalny do przyrostu temperatury otoczenia. Umożliwia to skonstruowanie termometru poprzez wyskalowanie. Każdy z pewnością zetknął się z tym pożytecznym przyrządem pomiarowym jakim jest termometr cieczowy.

Mogłoby się wydawać, że skoro „zużycie” rejestrowane przez podzielnik jest wprost proporcjonalne do ciepła oddanego przez grzejnik to możemy podobnie, poprzez wyskalowanie, zrobić z niego ciepłomierz. Niestety sprawa nie przedstawia się tak prosto. Dlaczego? O tym w następnym rozdziale.

Z faktu, że podzielnik nie jest ciepłomierzem niektórzy wyciągają kuriozalne wnioski. Otóż twierdzą, że nie da się przeliczyć „zużycia” rejestrowanego przez podzielnik (wyrażonego w obliczeniowych jednostkach zużycia) na ciepło oddane przez grzejnik (wyrażone w gigadżulach).

Każdy kto tak twierdzi daje dowód, że nie rozumie na czym polega prosta proporcjonalność i powinien uzupełnić braki ze szkoły podstawowej.

Pytanie tylko jaki jest współczynnik proporcjonalności między ciepłem i „zużyciem”?

Współczynnik ten można oszacować na kilka różnych sposobów. Można go też łatwo zmierzyć. Wreszcie można sięgnąć do źródeł czyli danych producenta, firm rozliczeniowych i monografii naukowych. Wszystkie te metody dają zbieżne wyniki. Dokładniejsze wyjaśnienia w Appendixie A. W regulaminie przyjęto wartość

K=3,7MJ/unit.

(3,7 megadżula na unit, lub inaczej 0,0037 Gigadżula na unit)

Zatem dla LAF=1 jedna obliczeniowa jednostka „zużycia” (lub unit) odpowiada emisji 3,7 megadżula ciepła.

Nie wnikając w tym miejscu w szczegóły podam tylko, że taka wartość przyjęta została w oparciu o:

- Pomiary wykonane na podzielnikach w naszej Spółdzielni.
- Dane Instytutu Ogrzewnictwa i Wentylacji Politechniki Warszawskiej.
- Dane niemieckiego oddziału firmy ISTA.
- Dane niemieckiego oddziału firmy METRONA.
- Informacje dyrektywy VDI 2077 (dyrektywa Stowarzyszenia Inżynierów Niemieckich).
- Dane dotyczące rozliczeń wykonywanych w Szwajcarii, gdzie powszechnie stosuje się przeliczanie „zużycia” na ciepło.

4. DLACZEGO PODZIELNIK NIE JEST CIEPŁOMIERZEM?

Wróćmy do sformułowanego już stwierdzenia, że podzielnik nie jest ciepłomierzem.

Równoważnie mówi się też, że nie jest miernikiem w sensie metrologicznym. Mówi o tym sama norma PN-EN 834. Dlaczego tak jest?

Otóż, jak mówi norma, wskazania podzielnika nie są cechą samego przyrządu ale zależą również od niepewności sposobu montażu i warunków pracy. Co to tak naprawdę znaczy? Otóż każdy przyrząd, który ma być traktowany jako miernik w sensie metrologicznym, musi mieć przypisaną określoną dokładność. Na przykład weźmy termometr laboratoryjny o dokładności $\frac{1}{4}^{\circ}\text{C}$. To oznacza, że odczytana na tym termometrze temperatura może różnić się od rzeczywistej co najwyżej o $\frac{1}{4}^{\circ}\text{C}$ (w górę lub w dół). Jeżeli urządzenie nie ma przypisanej dokładności pomiarowej to nie jest miernikiem w sensie metrologicznym.

Ponieważ dokładność wskazań podzielnika zależy nie tylko od samego podzielnika, ale i od tego z jaką dokładnością został zamontowany to nie można przypisać dokładności pomiarowej samemu podzielnikowi. Nie da się więc spełnić koniecznego warunku do tego, aby urządzenie potraktować jako miernik (w tym przypadku podzielnik jako ciepłomierz). Nie da się przeprowadzić procesu legalizacji.

Na marginesie, okresowa legalizacja mierników w oparciu o które nalicza się opłaty (wodomierze, ciepłomierze, liczniki energii elektrycznej) polega właśnie na tym, że sprawdza się czy wyniki pomiarów mieszczą się w dopuszczalnym przedziale odchyłeń wyznaczonym przez dokładność tego miernika.

Ponieważ na co dzień posługujemy się różnymi tanimi urządzeniami mierzącymi, które nie są miernikami w sensie metrologicznym (np. termometry domowe, wagi kuchenne itp.) to powyższe powody, dla których podzielnika nie możemy traktować jako miernik, mogą się wydawać mało istotne. Rzeczywiście, gdyby tylko o to chodziło to moglibyśmy traktować podzielnik jako ciepłomierz (choć nie legalizowany, ale ciepłomierz). Tak samo jak traktujemy termometry i wagi domowe.

Niestety są znacznie poważniejsze powody dla których podzielnik nie może być ciepłomierzem (nawet ułomnym). Akurat o tych powodach norma PN-EN 834 milczy ale to inna sprawa.

Założmy, że mamy na grzejniku zamontowany podzielnik i jednocześnie podłączony dokładny ciepłomierz.

W typowych, stabilnych warunkach pracy grzejnika wskazania podzielnika i ciepłomierza będą proporcjonalne. To znaczy znając wskazania podzielnika możemy określić co wskazał ciepłomierz i odwrotnie. W tej sytuacji podzielnik rzeczywiście zachowuje się jak ciepłomierz. W pewnych sytuacjach jednak zachowanie podzielnika dyskwalifikuje go jako ciepłomierz. Wymienię dwa przypadki, ważne z praktycznego punktu widzenia.

1. Przykrywamy grzejnik ręcznikiem. Wtedy ilość ciepła oddawanego przez grzejnik maleje. Ciepłomierz to wykaże – zmierzona ilość oddanego ciepła w takim samym czasie będzie mniejsza niż bez ręcznika. Co wskaże podzielnik? Otóż według wskazań podzielnika ilość oddanego ciepła wzrosła. Dlaczego? Ponieważ podzielnik przykrycie ręcznikiem zinterpretuje jako próbę manipulacji i przejdzie w tryb jednoczynnikowy, w którym po prostu zlicza szybciej (o ile temperatura w pokoju przekracza 20°C). Widzimy tu ewidentne naruszenie elementarnego wymagania dla miernika. Szybkość oddawania ciepła zmalała a podzielnik wykaże, że wzrosła.

2. Otwarte okno w mroźny dzień nad włączonym grzejnikiem. W tym wypadku ilość ciepła oddanego przez grzejnik wzrośnie. Zarówno ciepłomierz jak i podzielnik to wykażą. Różnica będzie w skali. O ile ciepłomierz wykaże rzeczywisty wzrost ilości oddanego ciepła to według wskazań podzielnika ilość oddanego ciepła będzie wielokrotnie większa.

Te dwie opisane sytuacje uniemożliwiają potraktowanie podzielnika jako ciepłomierz. Pamiętajmy jednak o tym, że nikomu nie przeszkadza wyliczanie rachunków w oparciu o takie przekłamane wskazania. Przykład ten pokazuje, że trzeba mieć świadomość faktu iż wyliczenia rachunków w oparciu o wskazania podzielników będą zawsze przybliżeniem. Dlatego dobry regulamin musi posiadać zabezpieczenia pozwalające eliminować rachunki w sposób oczywisty absurdalne.

Na zakończenie tego rozdziału jeszcze jedna uwaga dotycząca polityki informacyjnej firm rozliczeniowych.

W poradnikach można znaleźć następujące zalecenia:

- Nie zakrywać podzielnika na włączonym grzejniku.
- Zakręcać grzejnik podczas wietrzenia pokoju.

Patrząc na przykłady podane wcześniej przykłady widać, że są to rady ze wszech miar słuszne!

Problem w czym innym. Nigdy nie usłyszymy odpowiedzi na pytanie: Dlaczego?

Jeżeli takie pytanie pada to usłyszymy odpowiedź unikającą sedna sprawy, mniej więcej taką:

- Nie należy zakrywać grzejnika bo to utrudnia rozchodzenie się ciepła.
- Nie należy wietrzyć przy włączonym grzejniku bo tracimy więcej ciepła. (W stosunku do czego???)

Podczas gdy rzetelna odpowiedź powinna brzmieć w obu przypadkach podobnie:

W opisanych sytuacjach wskazania podzielnika będą wykazywały dużo większy pobór ciepła niż miał miejsce w rzeczywistości! Krótko mówiąc zostaniemy oszukani i to niezależnie jaki regulamin będzie obowiązywał.

5. SPOSOBY ROZLICZANIA KOSZTÓW CIEPŁA

Rozliczenie kosztów ogrzewania odbywa się w obrębie węzła cieplnego. Całe zasoby Spółdzielni podzielone są na węzły o różnej wielkości. Wynika to z uwarunkowań technicznych. Na przykład ciąg budynków Macedońska 1 – Macedońska 41 tworzy 7 węzłów; ciąg Obornicka 2 – Obornicka 36 tworzy 3 węzły.

Na poziomie węzła mierzone jest ciepło dostarczane do całej nieruchomości przynależącej do węzła, określane są też wszystkie koszty na podstawie wskazań liczników i faktur.

W ten sposób zostaje wyliczony koszt całkowity danego węzła (zawiera on oczywiście zarówno koszty niezależne jak i koszty zależne).

To jest zawsze punkt wyjścia w każdym systemie rozliczeń. Taki koszt muszą ponieść wszyscy mieszkańcy nieruchomości przynależnej do danego węzła. Istnieją dwa, zasadniczo odmienne, sposoby podzielenia tego kosztu na użytkowników..

- Według powierzchni mieszkania, bez użycia podzielników
- Z uwzględnieniem indywidualnego zużycia ciepła, w oparciu o wskazania podzielników.

Każdy z nich ma swoje zalety i wady. Spróbujmy je podsumować.

Rozliczanie bez podzielników (proporcjonalnie do powierzchni mieszkania)

Zalety:

- Prostota
- Łatwość oszacowania kosztów, co powoduje praktyczny brak dopłat i zwrotów
- Zapewnienie właściwej wentylacji

Wady:

- Brak motywacji do oszczędności
- Większe globalne zużycie ciepła

Rozliczanie według zużycia (z wykorzystaniem podzielników)

Zalety:

- Motywuje do oszczędności.
- Mniejsze globalne zużycie ciepła.

Wady:

- Rachunki nie skorelowane ze zużyciem ciepła w przypadku źle skonstruowanego regulaminu. Progresywne obciążanie użytkowników zużywających więcej ciepła na rzecz nadmiernie oszczędzających.
- Tendencje do nadmiernego oszczędzania skutkujące wyiębieniem mieszkań, nieprawidłową wentylacją i zagrzybieniem.

Warto zauważyć, że o ile wady rozliczania według powierzchni są nieusuwalne, to wady rozliczania podzielnikowego można zminimalizować lub wyeliminować całkowicie jeżeli odpowiednio skonstruuje się regulamin! (O tym w dalszej części)

6. ROZLICZANIE ZA POMOCĄ PODZIELNIKÓW

Aby dokonać rozliczenia w oparciu w wskazania podzielników musimy znać wyliczone „zużycie” dla każdego mieszkania. Suma „zużycia” wszystkich użytkowników stanowi „zużycie” całkowite dla danego węzła.

Kolejny krok to podział kosztu całkowitego węzła na część, którą będziemy rozliczali proporcjonalnie do powierzchni oraz na część, którą będziemy rozliczali proporcjonalnie do wskazań podzielników.

Wiemy już, że koszt całkowity dzieli się na koszty niezależne i zależne. (patrz rozdział 2.) Oczywiście, jest że koszty niezależne rozliczane są proporcjonalnie do powierzchni mieszkania.

Koszty zależne to w istocie koszt ciepła dostarczonego do węzła. Te właśnie koszty będą podstawą do wyliczenia rachunku według zużycia indywidualnego.

- Koszty zależne dzieli się na dwa składniki:
koszty wspólne – koszt ciepła wyemitowanego przez nie opomiarowane źródła (klatki schodowe, piwnice, suszarnie, wózkarnie, piony grzewcze, grzejniki łazienkowe i inne straty ciepła). Koszty wspólne mogą być zamiennie określane jako – **koszty stałe**.
- **koszty zużycia** – koszt ciepła wyemitowanego przez opomiarowane grzejniki. Dla kosztów zużycia można też zamiennie używać określenia – **koszty zmienne**.

Proporcja tych kosztów odpowiada dokładnie proporcji ilości ciepła wyemitowanego przez nie opomiarowane źródła (klatki schodowe, piwnice, suszarnie, wózkarnie, piony grzewcze, grzejniki łazienkowe i inne straty ciepła) i ciepła wyemitowanego przez opomiarowane grzejniki.

- Koszty wspólne rozliczne są proporcjonalnie do powierzchni lokali (podobnie jak koszty niezależne).
- Koszty zmienne (zużycia) rozliczane są proporcjonalnie do indywidualnego „zużycia”.

Do tej pory wszystko jest oczywiste. Pytanie jakie się teraz narzuca to jaka jest proporcja kosztów stałych (wspólnych) i zmiennych (zużycia). W regulaminie obowiązującym w 2011 i 2012 roku przyjęto **udział kosztów zmiennych na poziomie 80%**.

To znaczy przyjęto, że koszty zmienne stanowią 80% kosztów zależnych a koszty wspólne stanowią 20% kosztów zależnych.

Przeanalizujemy rozliczenie na przykładzie. Prezentowane dane są fikcyjne ALE realistyczne. Dla przejrzystości dokonano zaokrągleń aby obliczenia były bardziej czytelne. Przykład bazuje na danych konkretnego węzła w roku 2012.

			Uwagi
1	Powierzchnia węzła	5 000 m ²	Suma powierzchni wszystkich lokali.
2	Zużycie węzła	100 000 unitów	Suma „zużycia” we wszystkich lokalach.
3	Koszt całkowity	120 000 PLN	Na podstawie faktur. (3) = (4)+(5)
4	Koszty zależne	76 000 PLN	Na podstawie faktur.
5	Koszty niezależne	44 000 PLN	Na podstawie faktur.

Takie są dane wyjściowe węzła. Teraz możemy policzyć pozostałe:

			Uwagi
6	Koszty wspólne – 20%	15 200 PLN	= 20% * (4)
7	Koszty zmienne – 80%	60 800 PLN	= 80% * (4)
8	Koszt unitu	0,608 PLN	= (7) : (2)
9	Koszt jednostkowy niezależnych	8,80 PLN/m ²	= (5) : (1)
10	Koszt jednostkowy wspólnych	3,04 PLN/m ²	= (6) : (1)

Rozważmy teraz użytkownika w lokalu o powierzchni 50 m², o zużyciu 1500 unitów.
Rachunek obliczymy tak:

$$\text{Rachunek} = (\text{powierzchnia}) * (9) + (\text{powierzchnia}) * (10) + (\text{zużycie}) * (8)$$

Czyli

$$\text{Rachunek} = (50 * 8,80) + (50 * 3,04) + (1500 * 0,608) = 440 + 152 + 912 = 1\,504 \text{ PLN}$$

Jest to oczywiście rachunek roczny za całe mieszkanie.

Dzieląc wyliczoną wartość przez 50 m² a następnie przez 12 miesięcy dostaniemy kwotę **2,51 PLN/m²** miesięcznie.

Wyliczymy w ten sposób rachunki dla użytkowników w tym węźle, w mieszkaniach o powierzchni 50 m² o różnym zużyciu indywidualnym.

Zużycie [unit]	Rachunek roczny [PLN]	Rachunek miesięczny [PLN/m ²]
0	592,0	0,99
100	562,8	1,09
200	713,6	1,19
500	896,0	1,49
1 000	1 200	2,00
1 500	1 504	2,51
2 000	1 808	3,01
5 000	3 632	6,05
6 000	4 240	7,07

7. CZY RACHUNKI SĄ „SPRAWIEDLIWE”?

W poprzednim rozdziale przeanalizowaliśmy jak wykonuje się obliczenia kosztów w oparciu o wskazania podzielników. Jak wspomniałem dane były fikcyjne ALE realistyczne i odzwierciedlają rzeczywiste rozliczenia w sezonie 2012. Zestawienie rzeczywistych danych zostanie przedstawione dalej.

Tym nie mniej, już teraz możemy zastanowić się czy takie rachunki są „sprawiedliwe”. Rozliczanie za pomocą podzielników oprócz zachęcania do oszczędności ma zapewnić bardziej „sprawiedliwy” sposób obciążania kosztami użytkowników. Co rozumiemy przez określenie „sprawiedliwy”? Z grubsza chodzi o to, żeby rachunek odzwierciedlał indywidualne zużycie ciepła. Kto woli wyższą temperaturę w mieszkaniu płaci więcej od tego który ma w mieszkaniu temperaturę niższą. Stąd słynne slogany, które często się pojawiają: „Każdy płaci za siebie!”, „Płacisz tylko za to co zużyłeś” itp.

Zobaczmy czy w aktualnym regulaminie takie stwierdzenia odpowiadają prawdzie. Zanim to zrobimy to kilka uwag wstępnych. Aby rozliczenie uznać za „sprawiedliwe” rozpiętość naliczonych opłat powinna odpowiadać rozpiętości w indywidualnym zużyciu ciepła. Problem polega na tym, że w pionowej instalacji centralnego ogrzewania nie ma możliwości bezpośredniego zmierzenia ciepła docierającego do mieszkań.

(Dokładniej, technicznie było by to możliwe ale nieprawdopodobnie duże koszty takiej operacji wykluczają jej sensowność!).

W rozdziale drugim dowiedzieliśmy się, że nawet tam gdzie istnieje możliwość wykorzystania ciepłomierzy, niezbędna jest dodatkowa ingerencja w regulamin, ze względu na przepływ ciepła między mieszkaniami. Tym bardziej problemów należy spodziewać się przy rozliczaniu podzielnikowym.

Co wiemy o zużyciu ciepła w budynkach wyposażonych w instalację centralnego ogrzewania? Otóż badania naukowe dowodzą, że przy prawidłowej eksploatacji, zużycie ciepła w dowolnym mieszkaniu (w przeliczeniu na m², oczywiście!) nie może przekraczać więcej niż o 40% zużycia średniego (maksymalnie!!!). Wynika to wprost z praw fizyki, a prawa fizyki obowiązują również w budownictwie! Udowodnienie tej tezy jest stosunkowo proste ale wykracza poza ramy tego opracowania.

Spójrzmy na to z innej strony. Producenci podzielników i firmy rozliczające nie oszczędzą rad jak skutecznie oszczędzać ciepło. Mamy taką oto radę:

Obniżenie temperatury w mieszkaniu o 1^oC może dać oszczędność ciepła o 6% I to jest akurat prawda! (W zależności od temperatury zewnętrznej oszczędność może być rzędu 5%-7%.)

Temperatura normatywna wynosi 20^oC.

Jeżeli przyjmujemy takie skrajne przypadki:

- Temperatura najniższa – 15^oC
- Temperatura najwyższa – 25^oC

To nawet gdyby cały koszt ogrzewania był kosztem ciepła (a przecież tak nie jest, bo około 40% stanowią koszty niezależne!) to rachunek najniższy powinien stanowić 70% średniego, a rachunek najwyższy 130% średniego. Zatem stosunek rachunku najwyższego do najniższego powinien wynosić około 1,8

Zobaczmy jak to wygląda w ramach naszego przykładowego węzła z poprzedniego rozdziału.

Tam rachunek najwyższy przekracza ponad 7 razy rachunek najniższy.

Warto postawić pytanie, czy dane z tego hipotetycznego węzła odzwierciedlają sytuację w rzeczywistych węzłach? W szczególności czy jest taka duża rozpiętość rachunków i czy istnieją użytkownicy mający zerowe „zużycie”. Niestety odpowiedź jest TWIERDZĄCA! Rzeczywista rozpiętość rachunków w sezonie 2012 jest jeszcze większa i **wynosi 1:10**. Są mieszkania, które mają praktycznie zerowe „zużycie”. Tak, tak! Są tacy użytkownicy, którzy przez cały sezon grzewczy ani razu nie odkręcili kaloryferów! I nie są to pojedyncze przypadki bo 26% mieszkań ma praktycznie zerowe „zużycie”, a 6% mieszkań ma dokładnie zerowe „zużycie”!

Popatrzmy teraz na wysokość opłat w kontekście pytania postawionego w tytule rozdziału. Czy rzeczywiście „każdy płaci za siebie”? Widać gołym okiem, że nie. Mamy tu do czynienia z czymś co można by określić jako **„progresywne obciążanie użytkowników zużywających więcej ciepła na rzecz nadmiernie oszczędzających”**. (Mechanizm tego zjawiska wyjaśniony jest w następnym rozdziale).

Na marginesie, można przyjmować założenia, że gdyby na jakimś zebraniu rozważano zmianę regulaminu likwidującą tę patologiczną sytuację, użytkownik, który ma zużycie równe ZERO będzie gwałtownie protestował. Będzie twierdził, że: regulamin jest dobry, regulamin stymuluje zachowania oszczędnościowe (właśnie widać jakie!), że każdy płaci za siebie (akurat za niego płacą sąsiedzi!), że inicjatorzy zmian to zwolennicy „urawniłowki” itd. Użytkownik mieszkania o zerowym „zużyciu” dostał niezасłużoną bonifikatę i jego rachunek około 1 złoty za m² miesięcznie jest ewidentnie zaniżony. Nie pokrywa on kosztu ciepła potrzebnego do utrzymania temperatury jaka panowała w jego mieszkaniu. Natomiast użytkownicy mieszkań o większym zużyciu mają rachunki zawyżone i to tym bardziej im więcej ciepła zużyli.

Oprócz niesprawiedliwego rozłożenia opłat taki regulamin skutkuje jeszcze innymi negatywnymi efektami. Otóż użytkownicy zużywający więcej ciepła (a utrzymanie w mieszkaniu temperatury 21⁰C – 22⁰C nie jest jakąś ekstrawagancją w XXI wieku!), którzy zostali zaskoczeni nieproporcjonalnie dużym rachunkiem też zaczynają oszczędzać. W efekcie średnie „zużycie” spada! Jaki to ma skutek? Oto taki, że ktoś kto identycznie użytkuje kaloryfery (nie zmienia „zużycia”) dostaje w kolejnym sezonie grzewczym WYŻSZY rachunek. Rozpoczyna się bezsensowny wyścig, którego efektem jest to, że w skrajnym przypadku, normalnie funkcjonują tylko grzejniki w łazienkach, suszarniach i na klatkach schodowych.

Jakie wobec tego jest rozwiązanie?

Nowy regulamin, zachowując motywację do oszczędzania, nie odrywa wysokości rachunku od wielkości zużytego ciepła. Więcej na ten temat w dalszej części. Najpierw jednak zajmiemy się wyjaśnieniem mechanizmu, który prowadzi do takich patologii.

8. MECHANIZM PATOLOGII W ROZLICZANIU PODZIELNIKOWYM

W tym rozdziale zobaczymy, że głównym źródłem nieprawidłowości w rozliczaniu na podstawie wskazań podzielników jest niewłaściwy podział na koszty wspólne i zmienne.

Aby to pokazać w sposób nie budzący wątpliwości przeanalizujemy sytuację, w której dokładnie wiemy jakie są mierzone wielkości. Idealnie nadaje się tu przykład z rozliczaniem kosztów za wodę.

Rozważmy taką oto sytuację. W pewnej nieruchomości mamy 100 użytkowników zajmujących identyczne mieszkania (Odpada wtedy konieczność przeliczania proporcjonalnego do powierzchni mieszkania). Pobierają oni wodę do mieszkań oraz do fontanny na dziedzińcu posesji. Z rozliczeniem wody sprawa jest banalnie prosta bo bez trudu można ustalić, w oparciu o wodomierze, ile wody pobrał każdy mieszkaniec, ile zużyto na zasilanie fontanny. Suma wskazań wodomierzy oczywiście będzie równa wskazaniu wodomierza głównego. (Zakładamy, że instalacja jest szczelna, nie ma przecieków itd.). Dla ułatwienia ustalmy koszty w metrach sześciennych aby nie zwiększać liczby parametrów bez znaczenia. I tak koszt 5m^3 oznacza, że trzeba zapłacić za 5m^3 według jakiejś taryfy. Jak ustalić koszt dla użytkownika? Nic prostszego. Koszt wody do fontanny podzielony przez 100 plus wskazanie indywidualnego wodomierza.

Wprowadźmy teraz nazwy i oznaczenia:

V - koszt całkowity:	koszt całej wody dostarczonej do posesji
V_s - koszt wspólny:	koszt wody dostarczonej do fontanny
V_z - koszt zmienny	koszt wody dostarczonej do wszystkich mieszkań

Oczywiście mamy:

$$\text{Koszt całkowity} = \text{koszt wspólny} + \text{koszt zmienny}$$
$$\text{czyli krótko } V = V_s + V_z$$

Zauważmy, że dla ustalenia rachunku dla konkretnego użytkownika zupełnie nieistotne jest to jakie są wskazania wodomierzy innych, czyli ile wynosi koszt zmienny

Weźmy dla przykładu $V=1000\text{m}^3$, $V_s=800\text{m}^3$, $V_z=200\text{m}^3$. Jeżeli jakiś użytkownik zużyje 3m^3 wody to jego rachunek wyniesie:

$$R = 800/100 + 3 = 8 + 3 = 11\text{m}^3$$

Założmy teraz, że nie działa wodomierz przy fontannie. Czy to coś zmienia? Niewiele. Jeżeli działa wodomierz główny i wodomierze użytkowników to ilość wody do fontanny można łatwo policzyć.

Założmy dodatkowo, że ktoś zamontował nowe wodomierze w mieszkaniach, które nie są wyskalowane. Wiadomo tylko, że ich wskazania są proporcjonalne do ilości pobranej wody. Czyli można stwierdzić, że ktoś zużył np. 2 razy więcej wody od sąsiada ale, nie można ustalić ile to m^3 . W tej sytuacji mieszkańcy postanawiają potraktować liczniki jako podzielniki kosztów. Zwróćmy uwagę, że są to idealne podzielniki ponieważ wiadomo w 100%, że ich wskazania są wprost proporcjonalne do ilości wykorzystanej wody. (Do rachunków założmy nawet, że dokładnie wskazują objętość wody). Po zasięgnięciu rady ekspertów opracowano „regulamin rozliczania kosztów wody w oparciu o wskazania podzielników”.

Jak wygląda ten regulamin? Zobaczmy.

1. Koszt całkowity V dzielimy na koszt wspólny i koszt zmienny.
Przez p oznaczymy procentowy udział części zmiennej
(Patrząc na ubiegłe lata gdy liczniki były sprawne ustalono poprawnie $p=20\%$)
2. Koszt wspólny dzielimy proporcjonalnie do powierzchni mieszkań. (Ponieważ założyliśmy, że mieszkania są jednakowe to po prostu dzielimy po równo na wszystkich użytkowników).
3. Koszt zmienny dzielimy proporcjonalnie do wskazań podzielników (którymi są w tym przypadku wodomierze)

Czyli mamy po prostu taki regulamin jaki obowiązuje w każdym rozliczaniu podzielnikowym

Policzmy teraz rachunek dla użytkownika, który zużył 3 metry sześciennie wody

$$\text{Koszt wspólny} = 800/100 = 8\text{m}^3$$

$$\text{Koszt unitu} = 200/200 = 1\text{m}^3$$

$$\text{Koszt zmienny} = 3 * 1\text{m}^3 = 3\text{m}^3$$

Rachunek

$$R = 8\text{m}^3 + 3\text{m}^3 = 11\text{m}^3$$

Czyli mamy dokładnie to co na samym początku, według wodomierzy. Zwróćmy uwagę, że jeżeli zamiast 3 weźmiemy jakąkolwiek inną liczbę x to rachunek R zawsze wyjdzie

$$R = 8 + x$$

(czyli 8m^3 – za fontannę; x - wskazanie własnego wodomierza)

Czy to oznacza, że sposób podzielnikowy daje prawidłowe wyniki, takie same jak według liczników? NIE! Warunkiem koniecznym jest poprawne przyjęcie podziału na część wspólną i zmienną. W naszym przykładzie $p=20\%$. Czyli koszty zmienne stanowią 20% kosztu całkowitego. Zobaczmy co by było gdyby wcześniej nie była znana proporcja w jakiej trzeba podzielić całe zużycie wody na część wspólną i zmienną. Przyjmijmy, że użytkownicy nie znają tej proporcji. Rozpoczynają się gorące dyskusje. Zwolennicy „stymulowania zachowań oszczędnościowych” argumentują, że część wspólna nie może być zbyt duża bo to nie zachęca do oszczędności, że zbyt duża wartość części wspólnej spłaszczają opłaty, że nie będą płacić za czyjeś kąpiele, kto chce się kąpać niech płaci. Przeciwnicy zmniejszania części wspólnej są wyzywani od komunistów, zwolenników „urawniłowki”, oskarżani są o lekceważenie „zachowań oszczędnościowych” itd. (Skąd my to znamy?). I tak pod hasłami „każdy płaci za siebie” ustalono, że $p=80\%$. Czyli, że koszty zmienne stanowią 80% kosztu całkowitego a koszty wspólne stanowią 20% kosztu całkowitego. Przychodzi okres rozliczenia i co się okazuje? Ci którzy zużywali wodę tylko na zrobienie herbaty są zadowoleni, chwalą system który tak premiuje ich oszczędnościowe zachowania. Ci zaś, którzy oprócz herbaty czasem też lubią się wykąpać pomstują na niesłychany wzrost kosztów. Niemożliwe? No to zobaczymy. Najpierw dla jednego użytkownika. Niech to będzie ten, który zużył 3m^3 wody.

Teraz mamy:

$$\text{koszty wspólne to } 200\text{m}^3; \text{ koszty zmienne to } 800\text{m}^3$$

Dla naszego użytkownika:

$$\text{Koszt stały} = 200/100 = 2\text{m}^3$$

$$\text{Koszt unitu} = 800/200 = 4\text{m}^3$$

$$\text{Koszt zmienny} = 3 * 4\text{m}^3 = 12\text{m}^3$$

Rachunek:

$$R = 2\text{m}^3 + 12\text{m}^3 = 14\text{m}^3$$

Widać, że obliczona wartość różni się od obliczonej poprzednio!

Zobaczmy jak to wygląda dla innych użytkowników:

Wskazania wodomierza w mieszkaniu [m ³]	Rachunek właściwy [m ³]	Rachunek „podzielnikowy” [m ³]	Nieuzasadniona „Dopłata” [m ³]	Rachunek „podzielnikowy” w stosunku do właściwego [%]
0	8	2	-6	25%
1	9	6	-3	67%
2	10	10	0	100%
3	11	14	3	127%
4	12	18	6	150%
5	13	22	9	169%
6	14	26	12	186%
7	15	30	15	200%
8	16	34	18	213%
9	17	38	19	224%
10	18	42	24	233%

Jak to skomentować?

Zobaczmy, że oszczędny użytkownik który zużył 1m³ dostał bonifikatę odpowiadającą kosztowi 3m³, tak że jego opłata nie pokryła nawet kosztów fontanny. Nie mówiąc już o paranoiku, który nie tylko się nie mył ale i wodę na herbatę czerpał z pobliskiej studni. Ten dostał premię odpowiadającą aż kosztowi 6m³. W końcu obywatelską postawę oszczędzania wody trzeba nagrodzić.

Użytkownik który zużył 2m³ uznał, że system jest neutralny i nie bardzo rozumiał awantury użytkowników zużywających więcej wody. Ci natomiast mają powody do protestów. Użytkownikowi, który zużył 6m³ kazano dopłacić jeszcze dodatkowo za 12m³! Zupełnie może się załamać ten, który lekkomyślnie zużył 10m³. Jemu dotatkowo kazano zapłacić za 24m³. Specjaliści orzekają, że system jest sprawdzony, rachunki prawidłowe, przedstawiają pozytywne wyniki specjalistycznych badań wodomierzy przeprowadzanych w ich laboratoriach. (Zwróćmy uwagę, że nie ma najmniejszego sensu badanie sprawności wodomierzy bo nie to jest powodem złych wyników!). Domyślamy się, że to nie koniec. W następnym okresie rozliczeniowym sytuacja się zmienia. Użytkownicy dotknięci wysokimi rachunkami zaczęli oszczędzać. Nie należy się dziwić, że pojawił się proceder podkradania wody z fontanny ale to zostawmy na boku. W efekcie suma wskazań liczników spadła do V_z=100m³. Zatem mamy teraz taką sytuację:

$$\underline{\text{Koszty całkowite}} = 900\text{m}^3$$

(Bo: Koszty mieszkań = 100m³, Koszty fontanny = 800m³)

Zatem

$$\text{Koszty wspólne} = 20\% * 900 = 180\text{m}^3$$

$$\text{Koszty zmienne} = 80\% * 900 = 720\text{m}^3$$

Oto efekt zachowań „oszczędnościowych”:

Wskazania wodomierza w mieszkaniu [m ³]	Rachunek właściwy [m ³]	Rachunek „podzielnikowy” [m ³]	Nieuzasadniona „Dopłata” [m ³]	Rachunek „podzielnikowy” w stosunku do właściwego [%]
0	8	1,8	-6,2	22,5%
1	9	9,0	0,0	100,0%
2	10	16,2	6,2	162,0%
3	11	23,4	12,4	212,7%
4	12	30,6	18,6	255,0%
5	13	37,8	24,8	290,8%
6	14	45,0	31,0	321,4%
7	15	52,2	37,2	348,0%
8	16	59,4	43,4	371,6%
9	17	66,7	49,7	391,8%
10	18	73,8	55,8	410,0%

Teraz już nawet użytkownik, który poprzednio uznał, że system jest neutralny będzie protestował. Nie zmienił zużycia wody ani o jeden litr a tu mu łupnięto dopłatę za dodatkowe 6,2m³ przy wskazaniu wodomierza 2m³.

No ale co ma powiedzieć amator zażywania kąpeli, który zużył aż 10m³ wody? Został ukarany dopłatą za dodatkowe 55,8m³. Czy to nie czysty surrealizm?

Beneficjentem zachowań oszczędnościowych jest użytkownik o zerowym zużyciu. Jego bonifikata wzrosła do 6,2m³ tak, że teraz płaci tylko 22,5% tego co powinien. (Dokładniej, zyskali ci których zużycie jest poniżej nowej średniej. Ta zaś spadła z 2m³ do 1m³).

Można się domyślać jak potoczy się dalszy rozwój wypadków. Rozpoczną się debaty czy nie należy zwiększyć wielkości części wspólnej. Argumenty pozostaną identyczne jak na początku. Być może zostanie osiągnięty „kompromis” i ustali się część zmienną np. p=40%. Łatwo się przekonać, że to nic nie da. Nawet ustalenie części zmiennej na poziomie p=30%, z pozoru zbliżonej do rzeczywistości, skutkuje progresywnym obciążaniem w miarę wzrostu zużycia wody. Szczególnie kiedy zostały wykształcone mechanizmy „oszczędnościowe”.

Jakie wnioski wynikają z tego prostego przykładu?

Otóż przy rozliczaniu metodą podziałnikową bezwzględnie należy prawidłowo ustalić jaką część stanowią koszty wspólne a jaką zmienne. Nie ma tu miejsca na „stymulowanie zachowań oszczędnościowych” ponad te związane z rzeczywistymi różnicami zużycia.

Jakie będą reakcje użytkowników, którzy nie wiedzą dlaczego wystawia się im astronomiczne rachunki?

- Po pierwsze zaczną kwestionować sprawność wodomierzy. W odpowiedzi specjaliści orzekną, że wodomierze (podzielniki) są sprawne, przedstawią pozytywne wyniki specjalistycznych badań wodomierzy przeprowadzanych w ich laboratoriach. Widzimy, że nie ma najmniejszego sensu badanie sprawności wodomierzy bo nie to jest powodem złych wyników!
- Po drugie będą twierdzić, że ktoś (zarządca, firma rozliczająca) ich okrada. To też jak widać jest zarzut chybiony. Zarządca nie ma z takiego rozliczenia żadnej finansowej korzyści. Ma tylko korzyść propagandową – może się chwalić, że wprowadził system rozliczeń motywujący do oszczędzania.

Takich reakcji można się spodziewać. Czy czegoś to Państwu nie przypomina?

Jak powinni zachować się użytkownicy, którzy wiedzą o prawdziwych powodach wadliwych rachunków. Otóż gdyby umówili się, że nie będą popadać w paranoję i oszczędzać na robieniu herbaty, nie mówiąc już o kąpielach ALE zadbają aby ich zużycie indywidualne było nawet duże, jednak podobne.

Zobaczmy jak to wygląda. Przyjmijmy, że nie zważając na niereformowalnego zarządcę, w kolejnym okresie rozliczeniowym zwiększono zużycie indywidualne do 400m³. Czyli średnio 4m³ na mieszkanie. Jednakże indywidualne wskazania wodomierzy mieściły się w przedziale od 3,6m³ do 4,4m³. Oto jakie będą rezultaty:

Wskazania wodomierza w mieszkaniu [m ³]	Rachunek właściwy [m ³]	Rachunek „podzielnikowy” [m ³]	Nieuzasadniona „Dopłata” [m ³]	Rachunek „podzielnikowy” w stosunku do właściwego [%]
3,6	11,6	11,1	-0,5	95,2%
3,7	11,7	11,3	-0,4	96,4%
3,8	11,8	11,5	-0,3	97,6%
3,9	11,9	11,8	-0,1	98,8%
4,0	12,0	12,0	0,0	100,0%
4,1	12,1	12,2	0,1	101,2%
4,2	12,2	12,5	0,3	102,3%
4,3	12,3	12,7	0,4	103,4%
4,4	12,4	12,9	0,5	104,5%

Jak widzimy w takim przypadku, mimo fatalnego regulaminu, rozliczenia różnią się od poprawnych niewiele. Można powiedzieć, że takie różnice są akceptowalne.

Taka umowa użytkowników jest jednak mało realna. Zwróćmy uwagę, że jeżeli jeden (lub kilku) użytkowników się wyłamie to nic złego dla pozostałych się nie stanie. Ten który się wyłamie uzyska olbrzymią premię. Np. jeżeli ktoś zużyje 1m³ to zapłaci rachunek za 4,8m³ (zamiast za 9m³) czyli zapłaci tylko około 53% tego co powinien. Pokusa wyłamania się z umowy jest zatem duża. Jeżeli liczba wyłamujących się będzie znaczna to błyskawicznie sytuacja wróci do opisanej wcześniej. Osobom, które będą trwały przy ustaleniach umowy rachunki posybyją w górę.

Mamy tu do czynienia z sytuacją, którą dobrze znamy z matematyki, dokładniej z teorii gier. Jest to klasyczny przypadek nazywany dylematem więźnia. Nie będę tego tematu rozwijał choć jest on bardzo interesujący.

Dlaczego warto skupić się na ostatnim przykładzie?

Otóż gdyby taka sytuacja miała miejsce to z pewnością przykład byłby podawany jako dowód, że ten regulamin jest dobry!

Takie argumenty padają często w dyskusjach nad regulaminami rozliczeń. Podaje się jako argument fakt, że gdzieś w jakiejś spółdzielni lub wspólnocie „wszystko działa dobrze” czyli, że rachunki są poprawne i akceptowane. W świetle przedstawionego przykładu widać jak miażdżący jest to argument. Owszem nawet fatalny regulamin może dać akceptowalne rezultaty jeżeli tylko użytkownicy potrafią nie poddać się presji nadmiernego oszczędzania. Nie może to jednak być dowodem poprawności regulaminu.

Zobaczmy to na przykładach węzłów w naszej Spółdzielni w dalszej części.

9. ROZLICZENIE SEZONU 2012

Oto dane wyjściowe sezonu 2012 (Koszt na m² to koszt miesięczny, pozostałe dane roczne)

	WĘZEL	Ciepło CO [GJ]	Zużycie [unit]	Ciepło [GJ/m ²]	Zużycie [unit/m ²]	Koszt na m ²
1	Macedońska 3	1 307,43	60 935,0	0,28	12,8	1,82
2	Macedońska 7	1 644,39	52 158,0	0,40	12,7	2,40
3	Macedońska 15	1 328,56	75 269,4	0,30	16,8	1,92
4	Macedońska 23	1 132,73	52 209,4	0,27	12,6	1,86
5	Macedońska 29	1 377,95	47 004,8	0,31	10,5	1,98
6	Macedońska 35	1 435,23	61 037,4	0,37	15,5	2,28
7	Macedońska 39	1 417,22	44 947,0	0,33	10,4	2,09
8	Obornicka 10	3 268,73	141 004,2	0,36	15,5	2,22
9	Obornicka 20	2 919,23	167 727,9	0,33	19,2	2,22
10	Obornicka 30	2 970,73	135 109,9	0,33	15,2	2,08
11	Obornicka 25	1 063,94	44 629,2	0,24	10,1	1,71
12	Obornicka 31	1 475,80	57 474,1	0,34	13,2	2,09
13	Obornicka 39	1 183,99	43 661,9	0,28	10,3	1,86
14	Obornicka 43	1 202,20	70 701,9	0,29	16,8	1,89
15	Obornicka 49	1 164,11	38 791,3	0,28	9,2	1,88
16	Broniewskiego 1	1 171,41	43 700,0	0,33	12,4	2,24
17	Broniewskiego 3	936,85	22 051,5	0,32	7,6	2,18
18	Broniewskiego 7	1 253,64	43 990,5	0,29	10,3	1,94
19	Rowerowa 15	3 577,21	156 412,2	0,33	14,5	2,09
20	Żmigrodzka 19	3 470,90	231 322,4	0,33	22,1	2,01
21	Kleczkowska 36	301,15	10 236,2	0,42	14,3	2,54
22	Kleczkowska 10	221,58	13 857,3	0,31	19,7	2,07
23	Siemieńskiego 1	568,00	10 129,4	0,51	9,0	2,92
24	Siemieńskiego 4	504,13	29 257,6	0,40	23,2	2,43
25	Struga 15a	334,55	28 124,3	0,27	23,0	2,03
26	Zegadłowicza 43	399,58	31 203,8	0,38	29,5	2,48
27	Zegadłowicza 1	802,33	19 648,6	0,43	10,6	2,73
28	Żmigrodzka 58 ***	350	66 965	0,51	98,1	2,75
			Średnie	0,33	15,1	2,08

***Uwaga! Węzeł Żmigrodzka 58 (biura Spółdzielni, klub i lokale wynajęte) jest całkowicie nieporównywalny z pozostałymi. Ze względu na swoją specyfikę koszty ogrzewania i ciepłej wody rozliczane są łącznie. Dokonałem orientacyjnego wydzielenia ciepła na ogrzewanie i kosztów ogrzewania na podstawie letniego poboru ciepła. Te sztuczne dane prezentowane w

tabeli są tylko bardzo orientacyjnym przybliżeniem stanu rzeczywistego. (Tylko dane dotyczące „zużycia” są dokładne!).

Dane z tego węzła nie są brane pod uwagę przy obliczaniu wartości średnich. Zamieściłem je tylko z jednego powodu. Jest to jedyny węzeł w którym nie obserwuje się nadmiernego oszczędzania. Średnie „zużycie” węzła Żmigrodzka 58 wynosi 98,1 unitów/m² w porównaniu do 15,1 unitów/m² w pozostałych węzłach. Stanowi zatem 650% średniego. Niektórzy mogą się zdziwić, że takie olbrzymie zużycie nie powoduje znacząco większego poboru ciepła i co za tym idzie kosztu jednostkowego. Nieznacznie wyższe wartości tj. ciepło jednostkowe - 0,51 GJ/m² i koszt jednostkowy 2,75 PLN/m² należy raczej wiązać z nieporównanie gorszą izolacją cieplną pomieszczeń w tym węźle.

Co można zauważyć na pierwszy rzut oka patrząc na dane w tabeli?

Po pierwsze bardzo duże zróżnicowanie „zużycia” między węzłami. Od 7,6 unitów/m² (Broniewskiego 3) do 29,5 unitów/m² (Zegadłowicza 43). Czyli największe jednostkowe „zużycie” jest prawie cztery razy większe od najmniejszego (dokładniej 3,9 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 - 15,1 unitów/m². W Appendixie A obliczyłem maksymalne możliwe zużycie w sezonie 2012 na **145 unitów/m²**. Podkreślam, że obliczyłem w oparciu o rzetelne pomiary a nie oszacowałem! Zatem średnie „zużycie” wynosi zaledwie **10,4%** maksymalnie możliwego. Dla skrajnych węzłów wynosi to odpowiednio:

5,2% - węzeł Broniewskiego 3

20,2% - węzeł Zegadłowicza 43

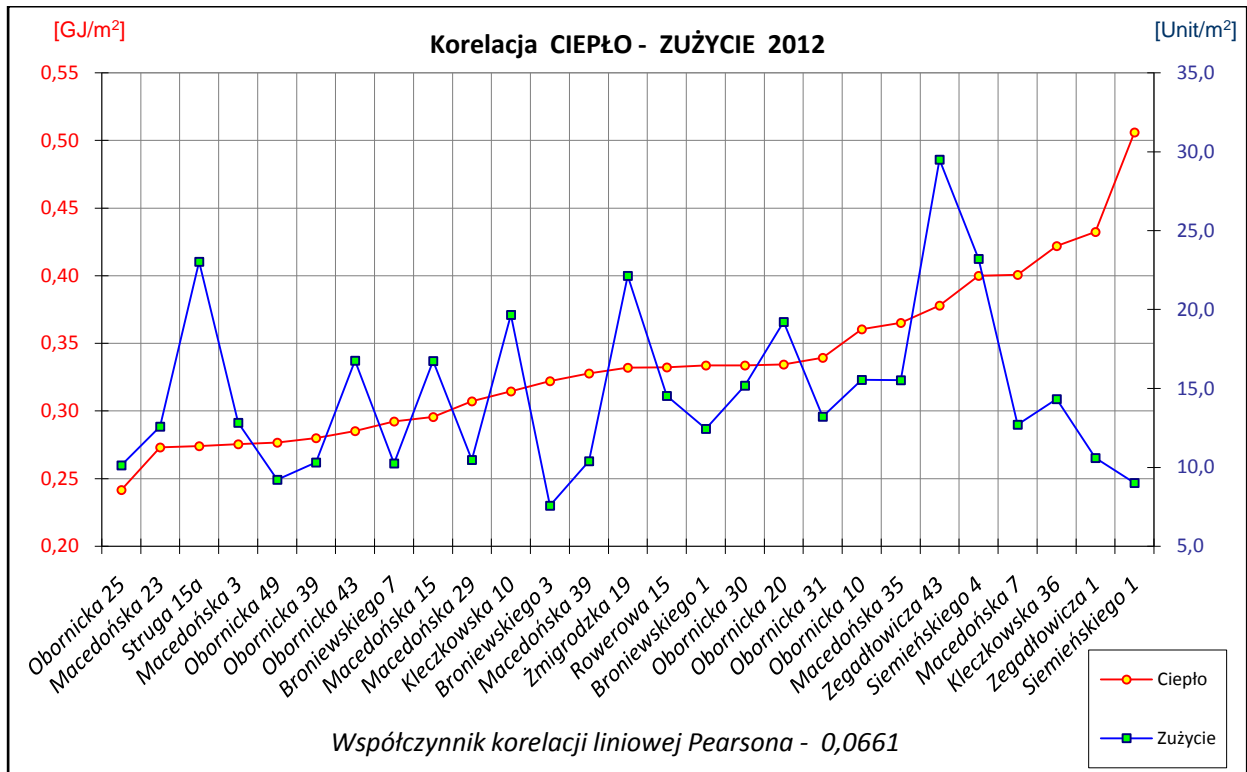
(Dla porównania w węźle Żmigrodzka 58 mamy - **67,8%** zużycia maksymalnego)

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.

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



Jak widać mamy całkowity brak korelacji między ciepłem dostarczanym do węzła a „zużyciem”. Współczynnik korelacji Pearsona wynosi zaledwie **R = 0,0661**.

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

Okaze się po prostu, że udział ciepła emitowanego przez opomiarowane grzejniki (w ogólnej ilości ciepła) jest niewielki, dużo mniejszy niż się przyjmuje. Jest to jak zobaczymy zaledwie kilkanaście procent a nie 80%.

Warto teraz przeanalizować jak wyglądają rozkłady kosztów i „zużycia” w poszczególnych mieszkaniach we wszystkich węzłach.

		Zużycie [unit/m ²]				Koszt [PLN/m ²]			
Węzeł		Min	Max	Średnie	Mediana	Min	Max	Średni	Mediana
POLANKA		0,0	126,5	14,8	9,2	1,00	9,98	2,14	1,73
1	Macedońska 3	0,0	76,8	12,9	9,3	1,00	5,99	1,87	1,62
2	Macedońska 7	0,0	80,8	13,2	8,2	1,18	8,29	2,52	1,91
3	Macedońska 15	0,0	57,7	16,7	11,2	1,07	4,16	1,96	1,67
4	Macedońska 23	0,0	68,3	12,8	6,6	1,06	5,38	1,93	1,48
5	Macedońska 29	0,0	53,5	10,5	6,2	1,07	5,90	2,02	1,64
6	Macedońska 35	0,1	63,6	15,8	10,8	1,18	5,53	2,36	1,92
7	Macedońska 39	0,0	65,6	10,5	6,1	1,10	7,26	2,15	1,69
8	Obornicka 10	0,0	93,8	15,8	9,9	1,16	7,89	2,30	1,91
9	Obornicka 20	0,0	126,5	19,2	10,3	1,17	7,99	2,26	1,73
10	Obornicka 30	0,0	113,4	15,3	7,7	1,09	8,58	2,14	1,61
11	Obornicka 25	0,0	64,9	10,3	7,1	1,00	5,37	1,77	1,48
12	Obornicka 31	0,0	51,8	13,4	8,1	1,08	4,90	2,16	1,68
13	Obornicka 39	0,0	59,5	10,3	6,8	1,05	5,95	1,90	1,64
14	Obornicka 43	0,0	46,8	16,8	13,1	1,07	3,48	1,94	1,73
15	Obornicka 49	0,0	99,3	9,3	3,6	1,07	9,98	1,93	1,32
16	Broniewskiego 1	0,0	52,9	12,5	5,8	1,25	5,58	2,27	1,72
17	Broniewskiego 3	0,0	47,7	7,6	2,6	1,24	7,42	2,22	1,59
18	Broniewskiego 7	0,0	41,1	10,2	4,8	1,09	4,64	1,97	1,52
19	Rowerowa 15	0,0	66,7	14,8	10,7	1,10	5,63	2,17	1,84
20	Żmigrodzka 19	0,0	99,2	22,8	16,3	1,02	5,59	2,04	1,78
21	Kleczkowska 36	0,0	67,8	15,2	7,8	1,21	6,34	2,74	1,80
22	Kleczkowska 10	1,2	63,1	19,7	11,9	1,21	4,21	2,10	1,95
23	Siemieńskiego 1	0,0	35,4	10,3	5,8	1,37	5,63	3,36	2,06
24	Siemieńskiego 4	0,9	71,6	23,2	14,1	1,26	5,07	2,46	2,23
25	Struga 15a	0,2	60,2	23,0	18,2	1,17	3,51	2,06	1,87
26	Zegadłowicza 43	0,0	91,6	29,5	30,2	1,37	4,96	2,53	2,55
27	Zegadłowicza 1	0,0	57,2	10,7	8,0	1,40	8,59	2,80	2,44

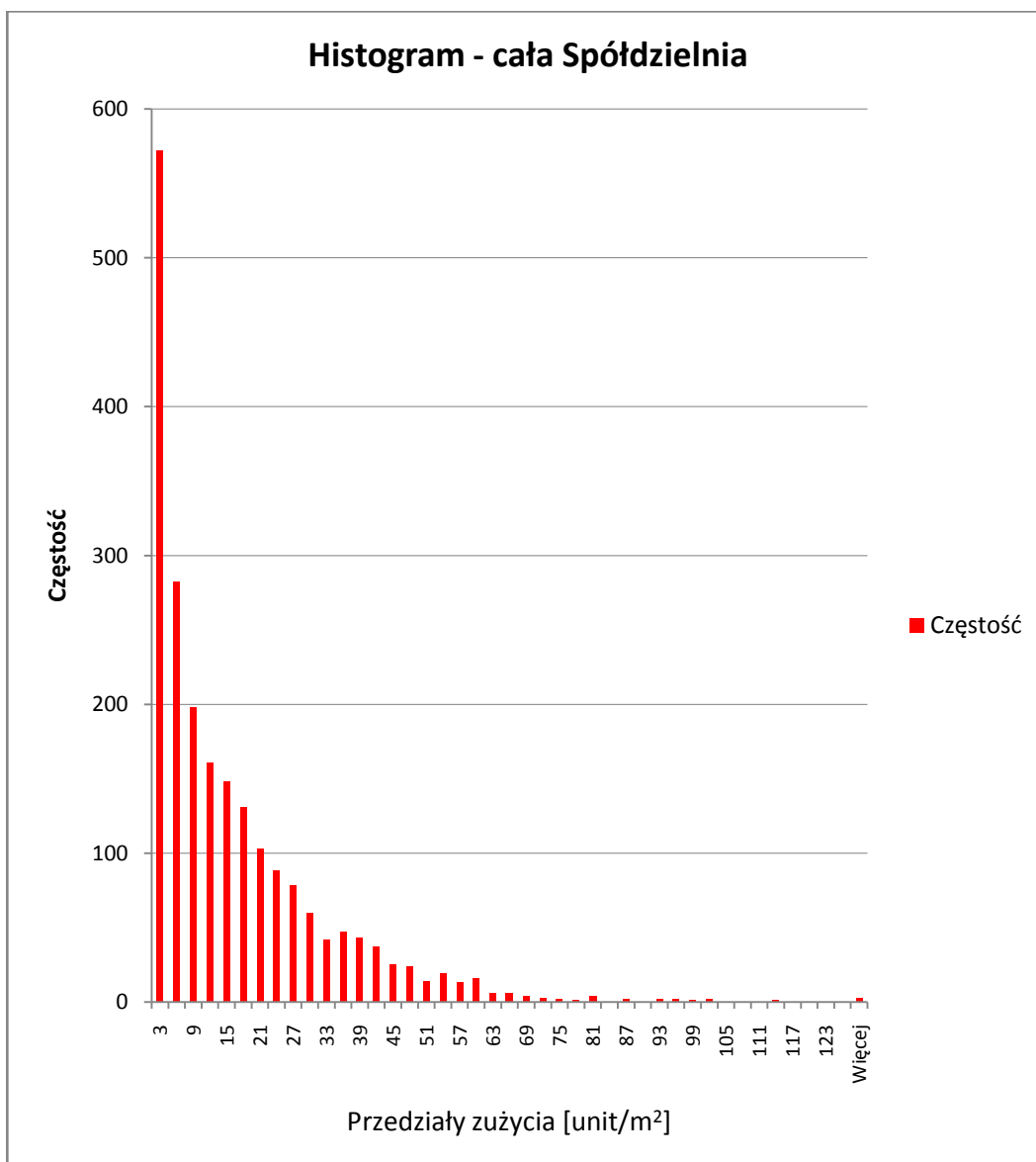
Po pierwsze zauważmy, że prawie w każdym węźle minimalne „zużycie” to **ZERO!**

Po drugie uwagę zwraca mała wartość mediany.

(Przypomnę, że mediana to wartość dzieląca zbiór na dwie równe części. To znaczy, że połowa użytkowników ma „zużycie” mniejsze lub równe medianie a połowa większe lub równe medianie. Jeżeli więc przykładowo w węźle Broniewskiego 3 mediana „zużycia” wynosi 2,6 unity/m² to oznacza, że połowa mieszkań ma „zużycie” nie większe niż właśnie 2,6 unity/m²).

Szczegółowy rozkład:

Zużycie	Częstość
3	572
6	282
9	198
12	161
15	148
18	131
21	103
24	88
27	78
30	60
33	42
36	47
39	43
42	37
45	25
48	24
51	14
54	19
57	13
60	16
63	6
66	6
69	4
72	3
75	2
78	1
81	4
84	0
87	2
90	0
93	2
96	2
99	1
102	2
105	0
108	0
111	0
114	1
117	0
120	0
123	0
126	0
Więcej	3

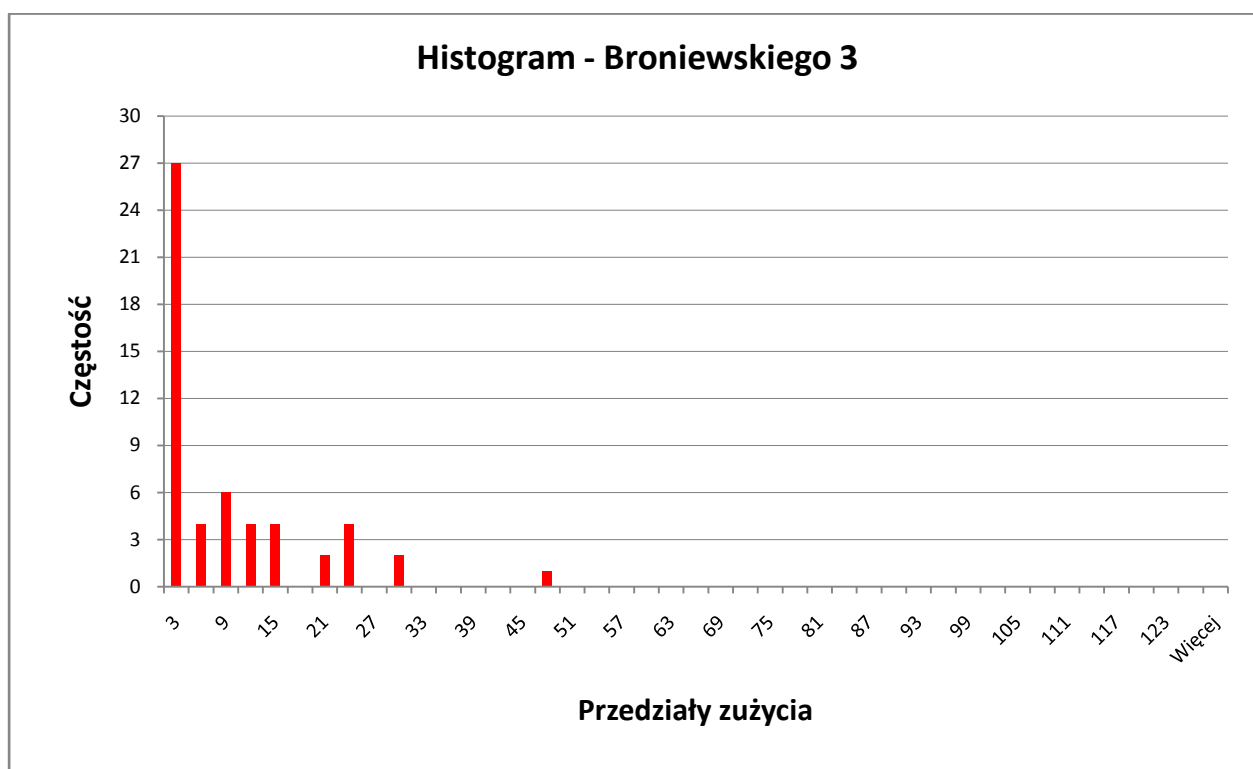
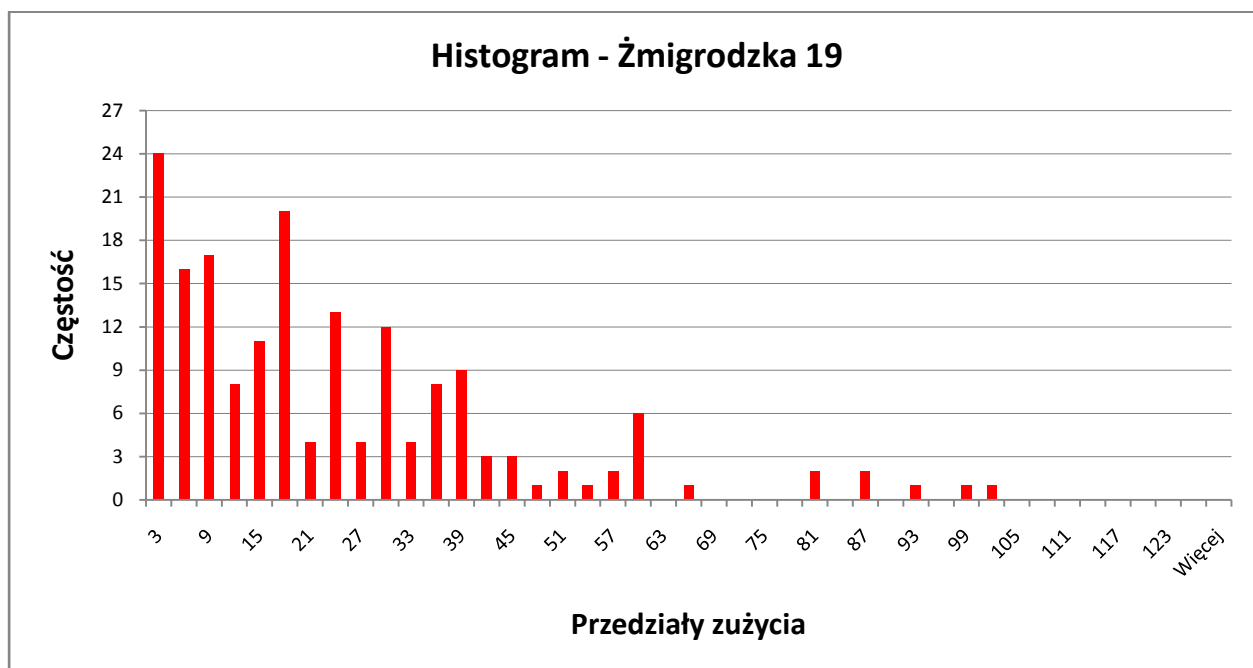


Jak widać najwięcej mieszkań bo aż 572 ma „zużycie” w przedziale od 0 do 3 unity/m². Można przyjąć, że to zużycie „praktycznie zerowe”. To ponad jedna czwarta wszystkich mieszkań! (Dokładnie 26,7%). Ponadto, czego nie widać w tym zestawieniu, mamy:

- 121 mieszkań ma „zużycie” dokładnie **zero**,
- 305 mieszkań ma „zużycie” poniżej 1 unitu/m² (to pewnie ci, którzy na chwilę odkręcili grzejnik przez pomyłkę).

Przy prawidłowym korzystaniu z ogrzewania rozkład wartości „zużycia” powinien być rozkładem Gaussa (normalnym) a średnie zużycie powinno być zbliżone do mediany. Jak widzimy stan faktyczny dzieli przepaść od stanu pożądanego.

Popatrzmy jeszcze na dwa węzły, jeden o niskim „zużyciu” (Broniewskiego 3) i jeden o stosunkowo wysokim „zużyciu” (Żmigrodzka 19).



W węźle Żmigrodzka 19, choć histogram nie jest histogramem rozkładu Gaussa, mamy nieco zdrowszą sytuację.

Tutaj też najwięcej mieszkań (24 czyli 13,6%) ma zużycie w przedziale od 0 do 3 unitów/m² ale istnieje też grupa mieszkań o większym zużyciu. 20 mieszkań (11,4%) ma „zużycie” w

przedziale od 15 do 18 unitów/m² a 12 mieszkań (6,8%) ma „zużycie” w przedziale od 27 do 30 unitów/m².

Porównajmy to z kuriozalną sytuacją węzła Broniewskiego 3.

Tutaj 50% mieszkań ma „zużycie” w przedziale od 0 do 3 unitów/m².

Na przykładzie tych węzłów zobaczymy jak rachunek indywidualnego użytkownika mocno zależy od zachowania sąsiadów. (W dużo większym stopniu niż od wskazań jego podzielników!).

W węźle Broniewskiego 3 jeden nieszczęśnik miał zużycie 47,7 unitów/m². Widać to na histogramie. Kosztowało go to **7,42 PLN/m²**. Użytkownik o identycznym „zużyciu” w węźle Żmigrodzka 19 zapłacił tylko **3,20 PLN/m²**. Mało tego, użytkownik w węźle Żmigrodzka 19, który miał „zużycie” 99,2 unitów/m² (a więc ponad dwukrotnie większe) zapłacił **5,59 PLN/m²**. Kto podejmie się wytłumaczyć mieszkańcowi węzła Broniewskiego 3, że prawdziwe są następujące, często powtarzane, twierdzenia:

- „*płacisz tylko za to co zużyłeś*”
- „*rozliczanie kosztów ogrzewania za pomocą podzielników to rozliczanie zgodne ze zużyciem*”.

(Mechanizm tej patologii wyjaśniony jest w rozdziale 8 i Appendixie C)

10. JAKI JEST RZECZYWISTY POZIOM KOSZTÓW ZMIENNYCH?

Podstawą metody, którą się posłużę jest wykorzystanie współczynnika proporcjonalności k między ciepłem emitowanym przez grzejnik a wskazaniami 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]

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!

Na naszym lokalnym gruncie mamy podobne rozwiązanie w regulaminie rozliczania kosztów ogrzewania spółdzielni PIAST. Tam przewiduje się sytuację, że w danym węźle część grzejników opomiarowana jest za pomocą podzielników a część za pomocą ciepłomierzy. Do rozliczeń wskazania ciepłomierzy przelicza się na wskazania podzielników (gigadżule na unity).

Niedawno dotarłem do materiałów firmy ISTA (oddział niemiecki) gdzie można zobaczyć, że również w Niemczech stosuje się identyczne przeliczenie realizując wytyczne niemieckich inżynierów skonkretyzowane w dyrektywie VDI 2077. (O kryteriach VDI 2077 piszę dokładniej dalej, a tłumaczenie niemieckich materiałów ISTY zamieszczam w Appendixie A)

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 PRPORCJONALNA 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 tym miejscu wprowadźmy małe uzupełnienie. Różne węzły mają różne wartości średniego LAF. To oznacza, że unitom w różnych węzłach odpowiadają różne wartości wyemitowanego

ciepła a zatem będą różne wartości współczynnika k . Aby uwzględnić ten fakt wprowadzimy najpierw współczynnik K (duża litera K i nazwijmy go fizycznym, lub po prostu K bez LAF). Do obliczeń dla danego węzła przyjmujemy współczynnik k określony następująco:

$$k = \frac{K}{LAF}$$

Gdzie LAF oznacza średni LAF węzła (średnia ważona!)

Dokładniej opisałem to w Appendixie A. Tam też 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 (bez uwzględniania LAF), między ciepłem i „zużyciem” mieści się w przedziale

$$3,2 \text{ MJ/unit} < K < 3,8 \text{ MJ/unit}$$

Przypomnę, że jeden gigadzul = 1000 megadzuli (1GJ = 1000MJ).

Policzymy teraz udział kosztów zmiennych w następujący sposób. Mnożąc globalne „zużycie” węzła przez współczynnik k dostaniemy ilość ciepła wyemitowanego przez opomiarowane grzejniki. W tabeli nazwałem tę wielkość „ciepło zmienne”. Dzielic „ciepło zmienne” przez całe ciepło dostajemy dokładny udział kosztów zmiennych.

Do obliczeń przyjmuję wartość K z górnej części przedziału czyli $K=3,7 \text{ MJ/unit}$.

Średni LAF:

<i>Średni LAF węzłów</i>		
1	Macedońska 3	0,94
2	Macedońska 7	0,93
3	Macedońska 15	0,94
4	Macedońska 23	0,93
5	Macedońska 29	0,95
6	Macedońska 35	0,96
7	Macedońska 39	0,92
8	Obornicka 10	0,93
9	Obornicka 20	0,95
10	Obornicka 30	0,92
11	Obornicka 25	0,92
12	Obornicka 31	0,93
13	Obornicka 39	0,93
14	Obornicka 43	0,93
15	Obornicka 49	0,90
16	Broniewskiego 1	0,96
17	Broniewskiego 3	0,94
18	Broniewskiego 7	0,93
19	Rowerowa 15	0,91
20	Żmigrodzka 19	0,92
21	Kleczkowska 36	0,82
22	Kleczkowska 10	0,83
23	Siemieńskiego 1	0,78
24	Siemieńskiego 4	0,82
25	Struga 15a	0,84
26	Zegadłowicza 43	0,83
27	Zegadłowicza 1	0,81

Oto wyniki:

	WĘZEŁ	LAF	$k = \frac{K}{LAF}$	Ciepło CO [GJ]	Zużycie [unit]	Ciepło zmienne	Wyliczony udział
1	Macedońska 3	0,94	0,0039	1 307,43	60 935,0	239,85	18,3%
2	Macedońska 7	0,93	0,0040	1 644,39	52 158,0	207,51	12,6%
3	Macedońska 15	0,94	0,0039	1 328,56	75 269,4	296,27	22,3%
4	Macedońska 23	0,93	0,0040	1 132,73	52 209,4	207,71	18,3%
5	Macedońska 29	0,95	0,0039	1 377,95	47 004,8	183,07	13,3%
6	Macedońska 35	0,96	0,0039	1 435,23	61 037,4	235,25	16,4%
7	Macedońska 39	0,92	0,0040	1 417,22	44 947,0	180,77	12,8%
8	Obornicka 10	0,93	0,0040	3 268,73	141 004,2	560,98	17,2%
9	Obornicka 20	0,95	0,0039	2 919,23	167 727,9	653,26	22,4%
10	Obornicka 30	0,92	0,0040	2 970,73	135 109,9	543,38	18,3%
11	Obornicka 25	0,92	0,0040	1 063,94	44 629,2	179,49	16,9%
12	Obornicka 31	0,93	0,0040	1 475,80	57 474,1	228,66	15,5%
13	Obornicka 39	0,93	0,0040	1 183,99	43 661,9	173,71	14,7%
14	Obornicka 43	0,93	0,0040	1 202,20	70 701,9	281,29	23,4%
15	Obornicka 49	0,90	0,0041	1 164,11	38 791,3	159,48	13,7%
16	Broniewskiego 1	0,96	0,0039	1 171,41	43 700,0	168,43	14,4%
17	Broniewskiego 3	0,94	0,0039	936,85	22 051,5	86,80	9,3%
18	Broniewskiego 7	0,93	0,0040	1 253,64	43 990,5	175,02	14,0%
19	Rowerowa 15	0,91	0,0041	3 577,21	156 412,2	635,96	17,8%
20	Żmigrodzka 19	0,92	0,0040	3 470,90	231 322,4	930,32	26,8%
21	Kleczkowska 36	0,82	0,0045	301,15	10 236,2	46,19	15,3%
22	Kleczkowska 10	0,83	0,0045	221,58	13 857,3	61,77	27,9%
23	Siemieńskiego 1	0,78	0,0047	568,00	10 129,4	48,05	8,5%
24	Siemieńskiego 4	0,82	0,0045	504,13	29 257,6	132,02	26,2%
25	Struga 15A	0,84	0,0044	334,55	28 124,3	123,88	37,0%
26	Zegadłowicza 43	0,83	0,0045	399,58	31 203,8	139,10	34,8%
27	Zegadłowicza 1	0,81	0,0046	802,33	19 648,6	89,75	11,2%
	RAZEM	0,92	0,0040	38 433,57	1 732 595,3	6 968,05	18,1%

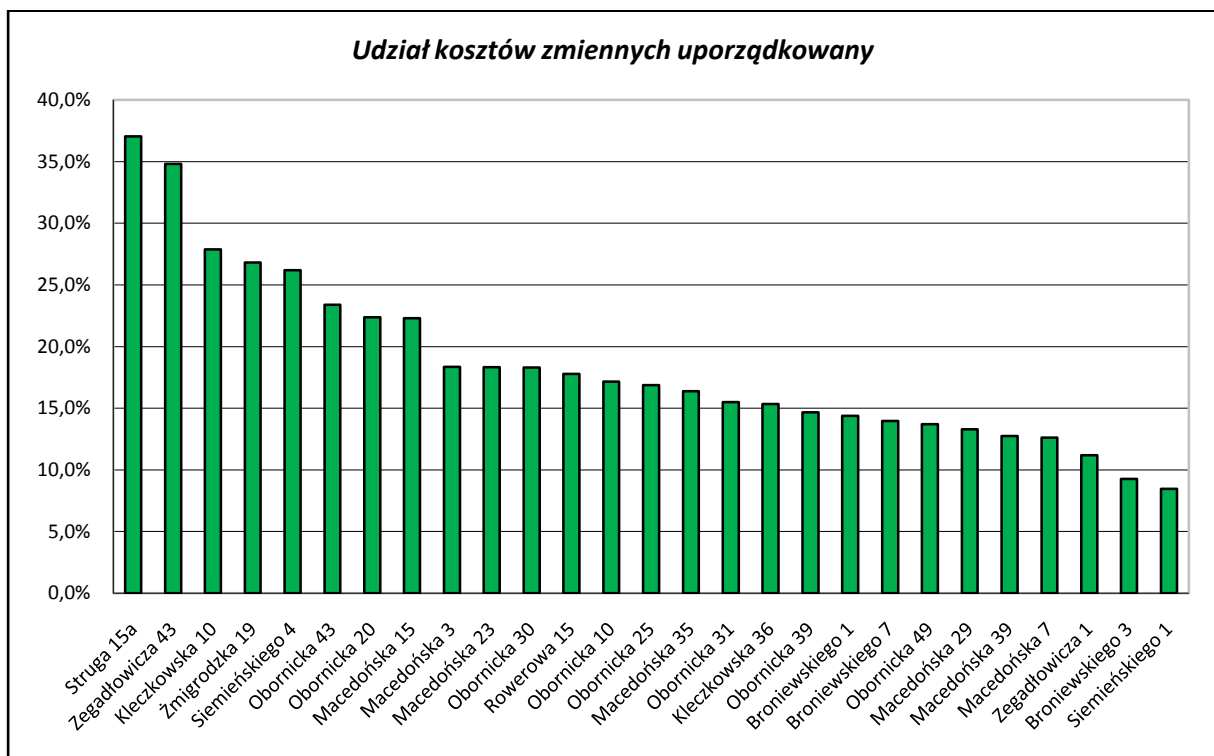
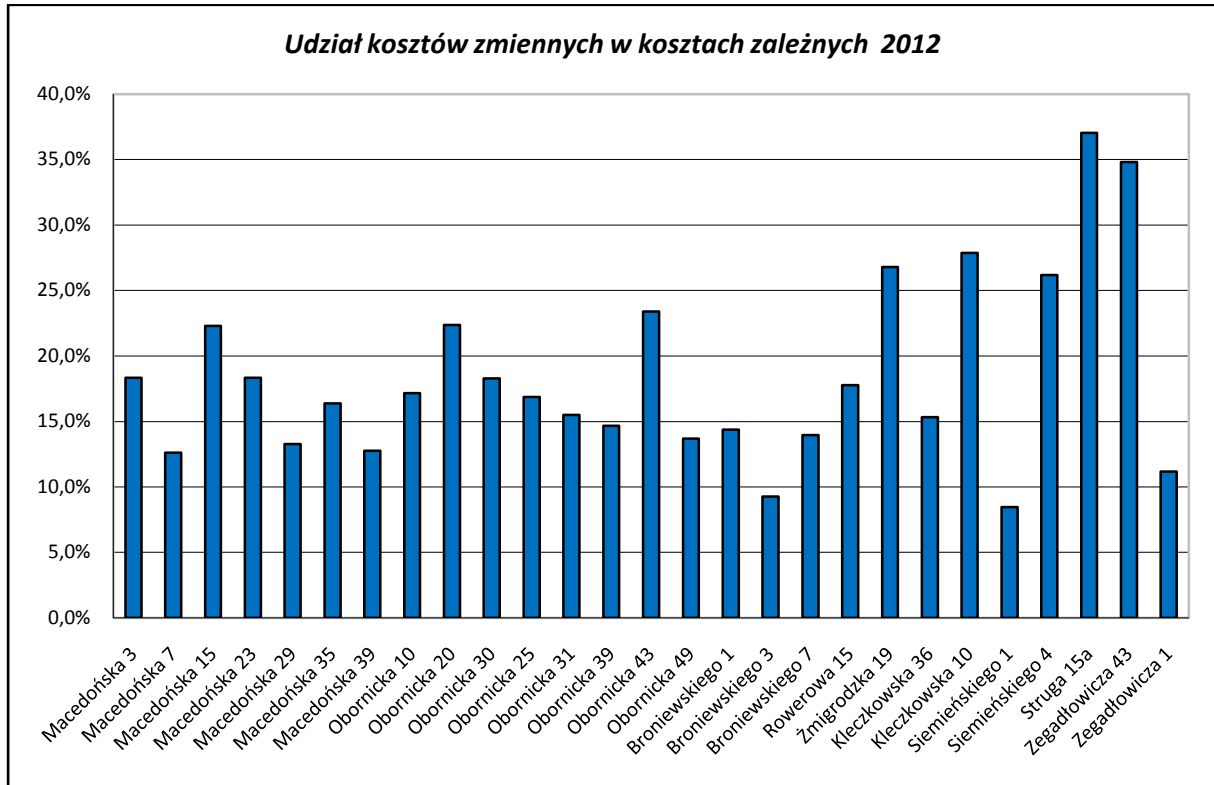
Średni udział kosztów zmiennych w roku 2012 – **18,1%**

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 8,5% (węzeł Siemieńskiego 1) do 37% (węzeł Struga 15A). Stosunek skrajnych wartości odpowiada mniej więcej proporcji średniego „zużycia” w skrajnych węzłach. Gołym okiem widać, że udział ten jest większy tam gdzie średnie „zużycie” jest większe. 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 dostarczonym do węzła MUSI się zmniejszać.

A tak wygląda to na wykresach:



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%-50% pod jednym wszakże warunkiem, że właściwie określi się wskazania hipotetycznych podzielników na grzejnikach w łazienkach. Przyjęcie KURIOZALNEJ metody w uchwalonym regulaminie, który nie wszedł w życie (*wskazania podzielnika wirtualnego w łazience = średnia ze wskazań dziesięciu 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 gorsza. 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 8,5% do 27%). 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 zmieniają się, ale relacje między nimi NIE.

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 18% 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 C.

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 (dowód w Appendixie B):

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

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 załóżmy, 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 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.
- Udział kosztów zmiennych jest dużo mniejszy niż się powszechnie sądzi. Średnia dla całej Spółdzielni wynosi w 2012 roku - **18,1%**
- Występuje bardzo duże zróżnicowanie pomiędzy węzłami. Udział kosztów zmiennych waha się od 8,5% do 27%.
- 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 (zużycia)	– 65%

11. ABSURDY STAREGO REGULAMINU

Zły regulamin oparty na niewłaściwym, mocno zawyżonym zadekretowaniem kosztów zmiennych skutkuje fatalnymi rozliczeniami. Jednak nie to jest jego główną wadą.

Główna szkodliwość niewłaściwego rozliczenia podzielnikowego to

stymulowanie niekorzystnych zachowań użytkowników.

Jeżeli ktoś otrzyma nieproporcjonalnie wysoki rachunek (o co w tym sposobie rozliczeń nietrudno) to naturalną konsekwencją będzie ograniczenia „zużycia” w następnym sezonie. Niestety skutkuje to wzrostem wysokości rachunków wszystkim, którzy mają „zużycie” powyżej średniej. Pogłębia to tendencje do dalszego oszczędzania. W końcu ustala się równowaga na bardzo niskim poziomie.

Przypomnijmy, że w naszej Spółdzielni 26% mieszkań ma „zużycie” bliskie zerowego!

Jak ten mechanizm działa pokazałem na przykładzie węzłów Broniewskiego 3

i Żmigrodzka 19 na stronie 9. (Dokładniejsze teoretyczne wyjaśnienie w Appendixie C)

Najciekawsze jest to, że w takiej sytuacji zachowanie indywidualnych użytkowników, polegające na praktycznej rezygnacji z grzejników, jest racjonalne.

Drastyczne obniżenie zużycia w węźle skutkuje wzrostem ceny unitu.

Zobaczmy jak to wygląda w różnych węzłach

	WĘZŁ	Koszt unitu		WĘZŁ	Koszt unitu
1	Macedońska 3	0,80	15	Obornicka 49	1,10
2	Macedońska 7	1,16	16	Broniewskiego 1	0,99
3	Macedońska 15	0,64	17	Broniewskiego 3	1,55
4	Macedońska 23	0,79	18	Broniewskiego 7	1,04
5	Macedońska 29	1,08	19	Rowerowa 15	0,84
6	Macedońska 35	0,87	20	Żmigrodzka 19	0,55
7	Macedońska 39	1,16	21	Kleczkowska 36	1,11
8	Obornicka 10	0,86	22	Kleczkowska 10	0,58
9	Obornicka 20	0,67	23	Siemieńskiego 1	2,02
10	Obornicka 30	0,81	24	Siemieńskiego 4	0,65
11	Obornicka 25	0,86	25	Struga 15a	0,47
12	Obornicka 31	0,94	26	Zegadłowicza 43	0,47
13	Obornicka 39	0,99	27	Zegadłowicza 1	1,52
14	Obornicka 43	0,62	28	Żmigrodzka 58	0,17

Pomijając węzeł Żmigrodzka 58 widzimy, że koszt waha się od 0,47 PLN do 2,02 za unit. Takie zróżnicowanie jest absurdalne i zadaje kłam tezie „płacisz za to co zużyłeś”. Jest też ewidentnie niezgodne z normą PN-EN 834.

Im mniejsze średnie „zużycie” węzła tym wyższy koszt unitu.

Zostawmy jednak fakt zróżnicowania i przyjrzyjmy się WARTOŚCIOM. „Zużycie” 1 unitu oznacza emisję ciepła w ilości od 3,24 MJ do 3,96 MJ. (Szczegóły w Appendixie A)

Przeliczając to na kWh (kilowatogodziny) mamy przedział od 0,9 kWh do 1,1 kWh. Zatem orientacyjnie 1 unit odpowiada w przybliżeniu 1 kWh.

Cena kilowatogodziny energii elektrycznej wynosi około 0,50 PLN. Zatem prawie we wszystkich węzłach koszt ciepła pobranego z grzejników jest większy niż koszt takiej samej ilości ciepła pobranego z grzejnika elektrycznego. W niektórych węzłach znacznie wyższy. To samo w sobie jest absurdem i pokazuje, że przy rozliczaniu kosztów ciepła doszliśmy już do ściany.

Jakie zachowanie użytkownika jest racjonalne w takiej sytuacji?
Oczywiście zakręcenie na stałe wszystkich grzejników i korzystanie w miarę potrzeby z grzejników elektrycznych (termowentylatorów, kaloryferów olejowych, piecyków elektrycznych itd.) Paradoksalnie to jest tańsze niż odkręcanie grzejników.

Niektórzy wpadli na jeszcze inny pomysł – dogrzewanie mieszkania gazem. Świadczy o tym znacznie zwiększony pobór gazu w miesiącach zimowych. Pomijając już aspekt moralny takiego procederu (pobór „darmowego” gazu a który zapłacą solidarnie wszyscy pozostali) to jest to świadectwo naprawdę wielkiej bezmyślności (najdelikatniej mówiąc).

Zwróćmy jeszcze uwagę na węzeł Żmigrodzka 58. Pisałem już, że jest on z oczywistych względów nieporównywalny z pozostałymi. Jednak jeden element jest widoczny jak na dłoni. W tym węźle na pewno nie występuje nadmierne oszczędzanie. Można powiedzieć, że tylko w tym węźle grzejniki są wykorzystywane zgodnie z przeznaczeniem. Ma to swoje odzwierciedlenie w racjonalnym koszcie 1 unitu – tylko 17 groszy!

Jest jeszcze jeden obiektywny miernik poprawności rozliczeń.

Jest to narzędzie opracowane przez Stowarzyszenie Niemieckich Inżynierów – **dyrektywa VDI 2077**. Szczegółowo opisuję ją w Appendixie A. Tam też podaję linki do materiałów źródłowych i tłumaczenie istotnych fragmentów. Teraz tylko pokrótce omówię najważniejsze elementy.

Dyrektywa VDI określa trzy kryteria wadliwości rozliczenia podzielnikowego:

1.	Udział ciepła rejestrowanego mniejszy niż krytyczny	$\leq 34\%$
2.	Odchylenie standardowe rozkładu znormalizowanego „zużycia”	$\geq 0,85$
3.	Udział użytkowników o niskim „zużyciu” (Niedrigverbraucher)	$\geq 15\%$

Znormalizowane „zużycie” to „zużycie” na jednostkę powierzchni podzielone przez średnie „zużycie” węzła.

Przez użytkowników o niskim „zużyciu” należy rozumieć tych, dla których „zużycie” na jednostkę powierzchni (w unitach/m²) jest mniejsze lub równe niż 15% średniego „zużycia” węzła (w unitach/m²).

Spełnienie jest choćby jedno z trzech kryteriów oznacza, że sytuacja jest patologiczna.

Zastosujmy te kryteria do węzłów w naszej Spółdzielni.
Oto rezultaty:

		Kryteria VDI 2077			
		≤ 34%	≥ 0,85	≥ 15%	
Węzeł		Udział zmiennych	Odchylenie standardowe	Użytkownicy o niskim zużyciu	Spełnione kryteria
POLANKA		18,1%	1,17	22,9%	wszystkie
1	Macedońska 3	18,3%	1,24	26,7%	wszystkie
2	Macedońska 7	12,6%	1,12	18,2%	wszystkie
3	Macedońska 15	22,3%	0,96	19,8%	wszystkie
4	Macedońska 23	18,3%	1,10	22,5%	wszystkie
5	Macedońska 29	13,3%	1,02	19,5%	wszystkie
6	Macedońska 35	16,4%	1,03	26,1%	wszystkie
7	Macedońska 39	12,8%	1,18	25,3%	wszystkie
8	Obornicka 10	17,2%	1,77	15,8%	wszystkie
9	Obornicka 20	22,4%	0,97	20,8%	wszystkie
10	Obornicka 30	18,3%	1,19	24,7%	wszystkie
11	Obornicka 25	16,9%	1,12	24,4%	wszystkie
12	Obornicka 31	15,5%	0,96	24,7%	wszystkie
13	Obornicka 39	14,7%	1,14	15,2%	wszystkie
14	Obornicka 43	23,4%	0,86	18,8%	wszystkie
15	Obornicka 49	13,7%	1,71	33,8%	wszystkie
16	Broniewskiego 1	14,4%	1,16	25,8%	wszystkie
17	Broniewskiego 3	9,3%	1,29	48,1%	wszystkie
18	Broniewskiego 7	14,0%	1,02	24,1%	wszystkie
19	Rowerowa 15	17,8%	0,98	18,1%	wszystkie
20	Żmigrodzka 19	26,8%	0,90	15,4%	wszystkie
21	Kleczkowska 36	15,3%	1,52	35,3%	wszystkie
22	Kleczkowska 10	27,9%	0,83	12,5%	bez 2 i 3
23	Siemieńskiego 1	8,5%	1,04	11,8%	bez 3
24	Siemieńskiego 4	26,2%	0,76	12,5%	bez 2 i 3
25	Struga 15a	37,0%	0,77	13,1%	bez 2 i 3
26	Zegadłowicza 43	34,8%	0,67	15,0%	bez 2
27	Zegadłowicza 1	11,2%	1,17	23,7%	wszystkie

Węzły, w których nie są spełnione wszystkie trzy kryteria to węzły małe (Siemieńskiego, Struga, Zegadłowicza) dla których analizy statystyczne podatne są na przypadkowe wahania.

Tu nawet nie ma co komentować! W świetle kryteriów VDI 2077 stan rozliczeń w naszej Spółdzielni to KATASTROFA.

12. PROPOZYCJE ROZWIĄZAŃ – NOWY REGULAMIN

Gruntowna zmiana regulaminu jest niezbędna. Jeżeli nie zrobimy tego teraz to zmusi nas do tego nowe Prawo Energetyczne, które najprawdopodobniej wejdzie w życie od przyszłego roku. W projekcie Prawa Energetycznego jest zapis ograniczający maksymalną opłatę za ogrzewanie do dwukrotnej średniej węzła (Nawet w przypadku stwierdzenia manipulacji przy podzielniku, uszkodzenia podzielnika czy samowolnego zdjęcia podzielnika!).

Każda sensowna zmiana musi polegać na urealnieniu poziomu kosztów zmiennych. Spowoduje to zmniejszenie rozpiętości opłat i stopniowo wyeliminuje patologie obecnego regulaminu. Trzeba jednak mieć świadomość, że nowy regulamin wcale nie musi spotkać się z dobrym przyjęciem przez użytkowników. Znikną bowiem karykaturalnie niskie opłaty na poziomie 1 PLN/m². Wystarczy spojrzeć na medianę „zużycia” i medianę kosztu w poszczególnych węzłach aby zorientować się, że WIĘKSZOŚĆ jest beneficjentami obecnego, chorego systemu rozliczeń. Bardzo możliwe, że przy głosowaniu większość opowiedziała by się za pozostawieniem wszystkiego tak jak jest.

(Ale to można by porównać do sytuacji gdy w budynku z 10 mieszkaniami, dziewięciu lokatorów przegłosowuje uchwałę, że ten dziesiąty ma zapłacić za wszystkich rachunki. Pełna demokracja!)

Konieczna jest więc AKCJA INFORMACYJNA.

Jestem przekonany, że większość tych „beneficjentów” to beneficjenci nie z własnej woli.

Myślę, że wiele osób zaakceptuje nieznaczny wzrost opłat w zamian za możliwość swobodnego korzystania z grzejników bez obawy astronomicznego rachunku.

Nie będzie to łatwe, bo trzeba będzie włożyć sporo wysiłku aby „odkręcić” wszystkie mity, przekłamania i uproszczenia. Więcej na ten temat w następnym rozdziale.

Przedstawię teraz dwa warianty możliwych rozwiązań eliminujących patologie.

W każdym z tych wariantów można wybrać jedną z dwóch możliwości:

- ✓ Dodać do indywidualnego „zużycia” oszacowane „zużycie” grzejników łazienkowych
- ✓ Włączyć „zużycie” grzejników łazienkowych do kosztów wspólnych

Nie proponuję najbardziej z pozoru oczywistego rozwiązania czyli opomiarowania grzejników łazienkowych. Dlaczego?

W obecnej sytuacji na pewno większość natychmiast zakręci grzejniki w łazienkach co będzie miało katastrofalne konsekwencje.

Jeżeli wybierzemy pierwszą możliwość to pod warunkiem, że właściwie określi się wskazania hipotetycznych podzielników na grzejnikach w łazienkach. Przyjęcie „kompromisowej” metody (np. wskazania podzielnika wirtualnego w łazience = średnia ze wskazań iluś tam podzielników rzeczywistych, o największej wartości w danym węźle) nie tylko nic nie zmieni, ale jeszcze zaciemni obraz i wprowadzi dodatkowe arbitralnie przyjmowane parametry.

A teraz krótko dwa możliwe warianty.

WARIANT 1

Sposób rozliczania taki jak obecnie. (Koszty dzielimy na niezależne i zależne a te dalej na wspólne i zużycia. Koszty niezależne i wspólne rozliczamy proporcjonalnie do powierzchni)
Najważniejsza zmiana w stosunku do stanu obecnego jest następująca:

...Poziom kosztów zmiennych określa się odrębnie dla każdego węzła zgodnie ze stanem faktycznym według opisanego algorytmu.

WARIANT 2

Wariant ten funkcjonuje w Spółdzielni „Cichy Kącik”. Podział na koszty niezależne i zależne i dalej na wspólne (50%) i zużycia (50%). (Struktura jak w naszym obecnym regulaminie)
Po dokonaniu odczytów podzielników wszystkim, którzy mają „zużycie” większe niż 250% średniej węzła obcina się je do 250 % średniej. Wszystkim, którzy mają „zużycie” mniejsze niż 50% średniej węzła przypisuje się „zużycie” równe 50% średniej węzła. Po tych zmianach ustala się wartość unitu i dokonuje rozliczenia.

Ten regulamin to trochę „ręczne sterowanie” ale skutecznie zmniejsza rozpiętość rachunków. Zalety:

- ✓ Skutecznie zniechęca do zerowego „zużycia”, tej zmyry rozliczeń podzielnikowych.
- ✓ Stymuluje korzystne zmiany zachowań. Po pewnym czasie progi dolny i górny stają się zbędne.

Rada Nadzorcza przyjęła regulamin w oparciu o wariant 1 bez wliczania grzejników łazienkowych do indywidualnego „zużycia”.

W regulaminie przyjęto wartość

K=3,7MJ/unit.

(3,7 megadżula na unit, lub inaczej 0,0037 Gigadżula na unit)

Zatem dla LAF=1 jedna obliczeniowa jednostka „zużycia” (lub unit) odpowiada emisji 3,7 megadżula ciepła.

Taka wartość przyjęta została w oparciu o:

- Pomiaru wykonane na podzielnikach w naszej Spółdzielni.
- Dane Instytutu Ogrzewnictwa i Wentylacji Politechniki Warszawskiej.
- Dane niemieckiego oddziału firmy ISTA.
- Dane niemieckiego oddziału firmy METRONA.
- Informacje dyrektywy VDI 2077 (dyrektywa Stowarzyszenia Inżynierów Niemieckich).
- Dane dotyczące rozliczeń wykonywanych w Szwajcarii, gdzie powszechnie stosuje się przeliczanie „zużycia” na ciepło.

Zobaczmy teraz jak wygląda rozliczenie według nowego regulaminu. Weźmy przykładowy węzeł opisany w rozdziale 6.

Przypomnę, że prezentowane dane są fikcyjne ALE realistyczne. Dla przejrzystości dokonano zaokrągleń aby obliczenia były bardziej czytelne. Przykład bazuje na danych konkretnego węzła w roku 2012.

Założmy, że zgodnie z regulaminem, otrzymaliśmy takie informacje:

			Uwagi
1	Powierzchnia węzła	5 000 m ²	Suma powierzchni wszystkich lokali.
2	Zużycie węzła	100 000 unitów	Suma „zużycia” we wszystkich lokalach.
3	Ciepło na ogrzewanie	1 600 GJ	Na podstawie wskazań ciepłomierza w węźle.
4	Koszty zależne	76 000 PLN	Warto zauważyć związek. Jeżeli koszt brutto za GJ = 33,20 PLN, koszt przesyłu 14,30 PLN/GJ to łącznie koszt ciepła = 47,50 PLN/GJ . Czyli koszty zależne = 1 600 GJ * 47,50 PLN/GJ = 76 000 PLN . Tak prosto już nie będzie jeżeli w trakcie sezonu zmieniały się ceny.
5	Koszty niezależne	44 000 PLN	
6	Średni LAF węzła	0,95	

Łatwo zauważyć, że pozostałe dane możemy sobie sami obliczyć.

			Uwagi
7	Koszt całkowity	120 000 PLN	= (4) + (5)
8	Wyliczony udział kosztów zmiennych	24,4%	Obliczenie poniżej tabeli
9	Koszty zmienne węzła	18 544 PLN	= 24,4% * (4) = 0,244 * 76 000
10	Koszty wspólne węzła	57 456 PLN	= (4) – (9)

Najwięcej zachodu jest z obliczeniem udziału kosztów zmiennych w 8 wierszu tabeli.

W pierwszym kroku obliczymy zredukowany współczynnik k. (k= 0,0037/0,95)

Możemy też skorzystać od razu z danych w tabeli prezentowanej wyżej. Tak czy inaczej, dla naszego węzła **k = 0,0039 GJ/unit**.

Ciepło zmienne = 0,0039 * 100 000 = 390 GJ

Ostatecznie

$$\text{udział kosztów zmiennych} = \frac{390 \text{ GJ}}{1600 \text{ GJ}} = 24,4\%$$

Jakie informacje można wydobyc z takich danych? Zobaczmy.

1. Gdyby rozliczyć cały węzeł bez wykorzystania podzielników każdy zapłacił by **2 PLN/m²** miesięcznie. (koszt całkowity / powierzchnia)/12 czyli:

$$\frac{\left(\frac{120\,000}{5000}\right)}{12} = 2$$

Warto w tym miejscu ostudzić entuzjazm zwolenników zdjęcia podzielników. Gdyby użytkownicy wiedzieli przed sezonem, że będą rozliczani bez podzielników to na pewno koszt całkowity byłby większy, bo nie było by motywacji do oszczędzania.

O ile? Znane są dane, które wskazują, że zrezygnowanie z podzielników zwiększa koszt całkowity o około 20%. Czyli rachunki bez podzielników wyniosły by w tym

węźle około **2,40 PLN/m²** miesięcznie.

2. Koszy niezależne (44 000 PLN) i koszty wspólne (57 456 PLN) rozliczane są proporcjonalnie do powierzchni lokalu. Łatwo policzyć, że dla każdego będzie to **1,69 PLN/m²** miesięcznie. Taki będzie minimalny rachunek w tym węźle. Zapłacą go ci, którzy mają zerowe zużycie czyli w ogóle nie używali grzejników.
3. Każdy może łatwo wyliczyć swój rachunek. Do 1,69 PLN/m² miesięcznie trzeba dodać koszt indywidualnego zużycia. Koszt unitu obliczymy dzieląc koszt zmienny (18 544 PLN) przez zużycie węzła (100 000 unitów). Dostaniemy 0,185 PLN/unit. (czyli 18,5 grosza na unit).
Dla przykładu rozważmy użytkownika w lokalu o powierzchni 50m², który miał indywidualne zużycie Z = 500 unitów.
Koszt zużycia = 500 * 0,185 PLN = 92,5 PLN rocznie za cały lokal. Dzieląc przez 50 m² a następnie przez 12 miesięcy dostaniemy 0,15 PLN/m² miesięcznie.
W sumie ten użytkownik zapłaci rachunek łączny **1,84 PLN/m²** miesięcznie.
4. Dla ilustracji rachunki wyliczone jak wyżej dla kilku użytkowników w mieszkaniach o powierzchni 50 m².

Zużycie użytkownika [unit]	Koszt miesięczny [PLN/m ²]
0	1,69
100	1,72
200	1,75
500	1,84
1 000	2,00
1 500	2,15
2 000	2,31
5 000	3,23
6 000	3,54

Proszę to porównać z rozliczeniem tego samego węzła opisanym w rozdziale 6. Jak widać rozpiętość rachunków jest znacząco mniejsza niż przy stosowaniu starego regulaminu. Stosunek rachunku najwyższego do najniższego wynosi około dwa. W świetle analiz przeprowadzonych w rozdziale 7 można by powiedzieć, że dalej rozpiętość jest zbyt duża ale można uznać, że akceptowalna.

Na zakończenie tego rozdziału wymieńmy korzyści jakie wynikają z nowego regulaminu:

- Rozpiętość rachunków jest dobrze skorelowana z różnicami w ilości zużytego ciepła.
- Nie znika motywacja do oszczędzania. Dalej kto intensywniej korzysta z ogrzewania ten płaci więcej. Symulacje pokazują, że najwyższe rachunki będą stanowić około 250% najniższych (Stosunek najwyższego do najniższego ≈ 2,5)
- Nie opłaca się całkowicie zakręcać grzejników bo umiarkowane korzystanie z ogrzewania minimalnie zwiększa koszty.
- W końcu zostaje zrealizowana zasada „płacisz tylko za to co zużyłeś” – koszt unitu jest jednakowy we wszystkich węzłach (z dokładnością do średniego LAF węzła).

- Rachunek użytkownika jest niewrażliwy na zachowania sąsiadów. Jeżeli sąsiedzi zaczynają oszczędzać (nawet patologicznie) to Twój rachunek nie szybuje w górę (jak to było w starym regulaminie)
- Dla osób preferujących wyższe temperatury w mieszkaniu dobra informacja – mogą śmiało włączać grzejniki bez obawy o astronomiczny rachunek.
- Regulamin jest w pełni zgodny z projektem nowego Prawa Energetycznego, które ma wejść w życie w przyszłym roku.
(Po wejściu w życie nowego Prawa Energetycznego stary regulamin nadaje się tylko do kosza)

Niezadowoleni mogą być tylko użytkownicy, którzy mieli zerowe zużycie (lub bliskie zerowego) bo ich rachunki nieco wzrosną. Chciałbym zatrzymać się przy tym na chwilę.

- Po pierwsze, jestem przekonany, że w tej grupie znajdują się teraz również tacy, których ta sytuacja w żadnej mierze nie zadowala. Jeżeli ktoś został porażony kosmicznym rachunkiem (a widzieliśmy jakie „kwiatki” wynikały ze starego regulaminu) to z obawy przed wysokimi rachunkami dołączył do grupy „oszczędnych”.
- Po drugie, zwracam uwagę, że nie zmieniły się zasady ustalenia zaliczek (czyli przedpłat). Przy takich zasadach WSZYSCY którzy mieli „zużycie” nawet niekoniecznie bliskie zera ale wystarczy, że poniżej średniej BĘDĄ MIELI ZWROTY przy rozliczeniu. Tylko, że zwroty te będą nieco mniejsze.
- Po trzecie wreszcie, rozważmy co to oznacza, że ktoś w ogóle nie włącza grzejników? Są dwie możliwości.

Pierwsza możliwość - to użytkownik, który obawiając się wysokiego rachunku dopuszcza to tego aby temperatura w mieszkaniu była niska. Chodzi ciepło ubrany, śpi pod pierzyną i często niestety dogrzewa mieszkanie gazem. Dla takiego użytkownika nowy regulamin będzie wybawieniem bo będzie mógł w końcu się ogrzać, nie narażając się na znaczący wzrost rachunków.

Druga możliwość - to takie korzystne usytuowanie mieszkania, że nawet w najgorsze mrozy temperatura nie spada poniżej 20⁰C a często jest sporo wyższa. (To proszę Państwa jest możliwe, a nawet powiem więcej - dość często się zdarza). Taki użytkownik powie: „Z jakiej racji mam odkręcać kaloryfery skoro i bez tego mam zapewniony komfort cieplny?” Otóż nikt mu nie każe odkręcać kaloryferów.

W nowym regulaminie również nie ma takiego zapisu! Chodzi tylko o to, że jeżeli w mieszkaniu utrzymuje się odpowiednio wysoka temperatura to znaczy, że do tego mieszkania dociera ciepło w wystarczającej ilości! Ciepło to dociera poza opomiarowanymi grzejnikami (piony grzewcze, grzejnik łazienkowy i ciepło z sąsiednich lokali).

Za to ciepło ten użytkownik powinien zapłacić a nie być premiowany dumpingowym rachunkiem. Każdy kto ma jako takie rozeznanie w zagadnieniach ogrzewnictwa wie, że rachunek 1 PLN/m² miesięcznie jest nierealistycznie niski (nawet w nowych budynkach energooszczędnych). Dlatego też użytkownicy, którzy płacili takie zaniżone rachunki powinni wiedzieć, że pobierali „dotację” od tych których obarczono surrealistycznie wysokimi opłatami.

13. UWAGI KOŃCOWE – MITY ROZLICZANIA PODZIELNIKOWEGO

Na zakończenie chciałbym omówić kilka zagadnień, które wywołują sporo nieporozumień. Przedstawię je w formie odpowiedzi na często pojawiające się przekłamania dotyczące rozliczania kosztów ogrzewania. **Szczególnie ważny problem jest poruszony w punkcie 6, na samym końcu.**

1. Przy rozliczaniu za pomocą podzielników „Płacisz tylko za to co zużyłeś”.

Nieprawda!

- Po pierwsze, już w chwili przyjęcia zasady uwzględniania współczynników LAF rezygnujemy z tego wymogu.
- Po drugie, arbitralne ustalanie poziomu kosztów zmiennych powoduje oderwanie związku wysokości rachunków z ilością pobranego ciepła. W efekcie rachunki najwyższe są dziesięciokrotnie większe (**1 000%** !) niż najniższe.
- Po trzecie rachunek użytkownika mocno zależy od zachowań sąsiadów. Jeżeli zaczynają oszczędzać rachunek użytkownika szybuje w górę
- Dewiza ta będzie spełniona w nowym regulaminie (z dokładnością do LAF).

2. Kto ma „zużycie” zerowe powinien zapłacić zerowy rachunek.

To nonsens. Każdy kto przeczytał, choćby pobieżnie, to opracowanie wie dlaczego. Zobaczmy jednak co by się stało gdyby ktoś zechciał ten postulat zrealizować.

Gdyby całość kosztów rozliczać proporcjonalnie do wskazań podzielników rachunki w SM „Polanka”, w sezonie 2012 wyniosły by:

- Minimalny **0** PLN/m² miesięcznie
- Maksymalny **45,89** PLN/m² miesięcznie

Maksymalny rachunek za ogrzewanie, w mieszkaniu o powierzchni 60 m² wyniósł by:

- **2 753,4** PLN – miesięcznie
- **33 040,8** PLN – rocznie

3. Korzystanie z grzejników przy otwartych oknach powoduje kolosalne straty ciepła

Niezupełnie. Zobaczmy.

Zmierzone parametry pracy grzejnika przy zewnętrznej temperaturze minus 15⁰C

Temperatura zasilania $T_z = 74^{\circ}\text{C}$

Temperatura powrotu $T_p = 70^{\circ}\text{C}$

Temperatura pomieszczenia $T_0 = 20^{\circ}\text{C}$

Można wyliczyć jak zmieni się moc grzejnika po obniżeniu temperatury w pokoju. (Np. poprzez otworzenia okna).

Oto wyniki:

Obniżenie temperatury pomieszczenia do	Zwiększenie mocy grzejnika
15^oC	13%
10^oC	24%

Tu uwaga. W żadnym wypadku nie oznacza to, że otwieranie okien nie ma wpływu na straty ciepła. To oczywisty nonsens. Otwarte okna powodują naturalnie straty ciepła. Jeżeli będą otwarte przez długi czas to straty będą znaczne. Przede wszystkim obniży się temperatura w mieszkaniu. Obliczenia przedstawione w tabelce pokazują o ile zwiększy się wtedy moc grzejników. Zwiększenie poboru ciepła z grzejników, przy otwartych oknach nie jest tak wielkie jak się powszechnie sądzi. Przytoczyłem ten fakt, bo bardzo często w ten sposób usprawiedliwia się wady regulaminu. Jeżeli komuś wystawi się surrealistyczny rachunek np. 15 PLN/m² miesięcznie, to na reklamację taki użytkownik często usłyszy w odpowiedzi: „Widocznie miał Pan/Pani pootwierane okna”.

Jeżeli kogoś nie przekonują obliczenia matematyczne, proponuję eksperyment. Proszę podłączyć ciepłomierz do grzejnika (nie podzielnik tylko ciepłomierz!), otworzyć okno i obserwować jak zmienia się ciepło rejestrowane przez ciepłomierz. Ponieważ podłączenie ciepłomierza może być kłopotliwe to można udać się do znajomych, którzy mają ciepłomierze mieszkaniowe i tam przeprowadzić rzeczony eksperyment. Powodzenia.

4. Przy rozliczaniu bez podzielników osoby oszczędne płacą za ogrzewanie osób rozrzutnych.

Nieprawda!

Jest dokładnie odwrotnie. Przy stosowaniu wadliwego rozliczania podzielnikowego użytkownicy w niekorzystnie usytuowanych lokalach lub potrzebujący wyższej temperatury (małe dzieci, zły stan zdrowia itp.) muszą intensywniej korzystać grzejników. Większość tego ciepła przenika do mieszkań sąsiadów.

Tacy użytkownicy karani są podwójnie – płacą zawyżone stawki za ciepło, również za to z którego korzystają sąsiedzi.

5. Rezygnacja z podzielników może prowadzić do kilkukrotnego wzrostu kosztów

Absolutnie nie!

Wszelkie dostępne dane empiryczne pokazują, że rezygnacja z podzielników powoduje wzrost kosztu całkowitego o około 20%.

Można to poprzeć argumentem opartym na obliczeniach

Jeżeli do pomieszczenia o temperaturze **20^oC** przy temperaturze zewnętrznej **2^oC** (2^oC to średnia obliczeniowa temperatura sezonu grzewczego)

- dostarczymy **50%** więcej ciepła to temperatura wzrośnie do **29^oC**
- dostarczymy **2 razy** więcej ciepła to temperatura osiągnie **38^oC**.
- dostarczymy **3 razy** więcej ciepła to temperatura osiągnie **56^oC**.

Nawet gdyby koszt ciepła był jedynym składnikiem kosztu ogrzewania (a przecież tak nie jest, stanowi on około 60% kosztu całkowitego) widać jaki to nonsens.

6. Jeżeli popatrzymy na koszty zmienne wyliczone w oparciu o nowy regulamin to zauważymy, że dla pewnego węzła wynosi to 10%. Dlatego mieszkańcy tego węzła zapytają jaki jest sens stosowania podzielników i zrezygnują z nich.

Przy tym problemie warto zatrzymać się dłużej. Takie rozumowanie pojawia się NIESTETY bardzo często.

Należy chyba rozumieć, że podnoszący taką wątpliwość uważa za lepszy regulamin który ustala koszty zmienne na wziętym z sufitu poziomie (np. 80%). Jakie nieporozumienia zawarte są w tak sformułowanym zagadnieniu? Zobaczmy.

- Po pierwsze, jeżeli użytkownicy mieszkań w węźle chcą zrezygnować z podzielników to mają do tego prawo. Procedura przewidziana jest w regulaminie. Nie ma więc co straszyć rezygnacją z podzielników, bo nie ma czym.
- Po drugie, na pewno nie będą kierować się parametrem pomocniczym do obliczeń jakim jest udział kosztów zmiennych. Z pewnością nikomu nie przyniesie żadnego pożytku fakt, że ktoś mądry za biurkiem zadekretuje wartość tego parametru na poziomie 80%. Jeżeli będą się czymś kierować to swoimi rachunkami. Zanim zaczną się głosić jakieś tezy warto się upewnić, że zna się fakty. A fakty są następujące. Można sprawdzić, że nawet przy takim małym udziale kosztów zmiennych występuje zauważalne zróżnicowanie rachunków. Nie znika motywacja do oszczędzania. Dalej będzie tak, że kto intensywniej korzysta z ogrzewania ten płaci więcej. Symulacje pokazują, że w tym węźle najwyższe rachunki będą stanowić ponad 200% najniższych (Stosunek najwyższego do najniższego ≈ 2). Całkiem pokaźna różnica. To, że udział kosztów zmiennych wynosi tylko 10% nie ma tu nic do rzeczy.
- Po trzecie, udział kosztów zmiennych został wyliczony w oparciu o udokumentowaną dobrze opisaną procedurę. Albo się tę procedurę uznaje za prawidłową albo kwestionuje jako wadliwą. Jeżeli ktoś chce zakwestionować poprawność metody określania poziomu kosztów zmiennych to można o tym dyskutować. W takim wypadku trzeba to powiedzieć wprost (*a nie zastaniać się jakimś węzłem o małym udziale kosztów zmiennych*) i wtedy będziemy mieli rzeczywisty temat do debaty merytorycznej. Jeżeli zaś metoda nie jest kwestionowana to znaczy, że wyliczony poziom kosztów zmiennych jest zgodny z rzeczywistością. W tym przypadku, jak rozumiem intencję zgłaszających problem, należy ten fakt skrzętnie ukryć lub wręcz utajnić aby nie dotarł do użytkowników mieszkań w tym węźle.
- Po czwarte wreszcie, **uwaga ogólniejsza**. W dyskusjach kiedy pojawia się konkluzja, że udział kosztów zmiennych wynosi tylko (*przykładowo*) 20% spotyka się taką reakcję: (*sam byłem w swoim czasie uczestnikiem takiej rozmowy*) „Jak to? To my mamy rozliczać tylko 20%? Niedoczekanie. Nie, my będziemy rozliczać 80%!” Przypuszczam, że wiele zapisów w regulaminach, ustalających absurdalne poziomy kosztów zmiennych, bierze się właśnie z takiej bufonady. Na czy polega niezrozumienie problemu? Otóż zawsze rozliczamy dokładnie 100%

kosztów. To jak są one wyliczane powinno wynikać ze znajomości rzeczywistego układu rozliczeniowo-pomiarowego a nie z pobożnych życzeń.

W rozdziale 10 poznaliśmy powody takiej małej wartości kosztów zmiennych. Obok małego zużycia jest to zaliczenie do kosztów wspólnych kosztów ciepła emitowanego przez grzejniki łazienkowe i pionów grzewczych. Poziom kosztów zmiennych można zwiększyć do 40%-60% jednym pociągnięciem – wliczając do niego koszt ciepła grzejników łazienkowych. Jeżeli wliczymy jeszcze koszt ciepła pionów grzewczych (tak, jak to robią w Szwajcarii) to poziom kosztów zmiennych może wzrosnąć do 70% - 80%. Swoją drogą jeżeli się to dobrze zrobi to może mieć głęboki sens, ale zostawmy ten temat w tym momencie na boku.

Wtedy można zadowolić zwolenników dużego udziału kosztów zmiennych. Jest to jednak quasi kuglarstwo. Rachunki zmieniają się nieznacznie (choć przy dużej dysproporcji mocy grzejników w łazienkach mogą to być zmiany pożądane). Pieniądze przełożymy po prostu z jednej szuflady do drugiej.

Trzeba tylko zdawać sobie sprawę jak wtedy będzie wyglądał rachunek.

Otóż mniej więcej tak:

C. Ustalanie jednostek zużycia *(fragment rozliczenia z uwzględnieniem grzejników łazienkowych)*

Pomieszczenie	Rodzaj urządzenia	Numer urządzenia	Stan końcowy	Stan początkowy	Różnica	UF	LAF	Obliczeniowe jednostki zużycia
P	Podzielnik	xxxxxxx	257	0	257	0,8	0,9	185,04
P	Podzielnik	xxxxxxx	100	0	100	0,4	0,9	36,00
P	Podzielnik	xxxxxxx	700	0	700	0,4	0,9	252,00
K	Podzielnik	xxxxxxx	100	0	100	0,3	0,9	27,00
Ł	Wirtualne		5 000	0	5 000	0,6	0,9	2 700,00
								3 200,04

Czyli, jak widać, dla „oszczędnego” użytkownika lwią część zużycia stanowi zużycie wykazane przez podzielnik wirtualny, opisujący ciepło oddane przez grzejnik łazienkowy.

Aby nie być gołosłownym zaprezentuję fragment autentycznego rozliczenia wykonanego przez firmę METRONA w Niemczech. W tym przypadku aby skorygować wadliwe rozliczenia, spowodowane patologicznym oszczędzaniem, uwzględniono ciepło oddane przez pionów grzewczych. (**Rohrwärmeabgabe**)

Rückseite der Einzelabrechnung

Ermittlung der Verbrauchswerte								
Heizungs-Verbrauch								
Geräte Nr	Geräte Art	Raum	Bewertung	Zählerstand neu	zzgl. Endp.	enth. Faktor	Verbrauch	Bemerkung
51755	HLR	KUE	56	1			1	
51756	HLR	SCH	91	2			2	
51740	HLR	WOH	93	39			39	
51762	HLR	WOH	93	39			39	
87509	HLR	KIN	43	0			0	
51761	HLR	FLU	33	0			0	
	RW			3.483			3.483	Rohrwärmeabgabe
	gesamt		Vewe	3.564			3.564	

Jak widać „zużycie” wykazane przez rzeczywiste podzielniki wynosi **81 unitów**, podczas gdy wartość z podzielnika wirtualnego **3 483 unity**.

Nie chcę otwierać nowego wątku związanego z uwzględnianiem w rozliczeniach grzejników łazienkowych i ciepła pionów grzewczych. To obszerne zagadnienie, które zasługuje na oddzielne, poważne omówienie.

Chcę tylko zwrócić uwagę na jeden aspekt. Uwzględniając grzejniki łazienkowe i ciepło pionów grzewczych możemy bardzo łatwo, formalnie zwiększyć udział kosztów zmiennych do poziomu 60% lub nawet ponad 80%. Tylko, że wtedy rachunki mogą prawie wcale się nie zmienić.

*Nie chcąc rozwijać tego tematu podam dobry przykład modelowy. Założmy, że dwóch kolegów wybierających się na wycieczkę dostało od rodziców kieszonkowe. Pierwszy dostał **300 PLN** a drugi **1300 PLN**. Z tym, że pierwszemu rodzice opłacili koszty wycieczki, które wynoszą **1000 PLN** a drugi musi opłacić te koszty z otrzymanego kieszonkowego. Jeżeli ktoś będzie twierdził, że drugi otrzymał większe kieszonkowe (rzeczywiste, nie formalne!) to znaczy, że coś u niego z logiką na bakier.*

Podsumujmy. Jeżeli udział ciepła oddanego przez opomiarowane grzejniki w całym cieple dostarczonym do węzła jest mały to trzeba to przyjąć z dobrodziejstwem inwentarza. Tego faktu nie da się ukryć bo wyjdzie on w innym miejscu. Czyli:

- Jeżeli na siłę zadekretujemy poziom wyższy niż rzeczywisty, to dostaniemy surrealistyczne rachunki.
- Jeżeli, w celu powiększenia poziomu kosztów zmiennych, włączymy do części zmiennej ciepło grzejników łazienkowych lub pionów grzewczych, to uwidoczni się to na rachunkach, tak jak w przykładach wyżej.

APPENDIX A

EKSPERYMENTALNE BADANIE ZALEŻNOŚCI CIEPŁO-ZUŻYCIE

A1. WSTĘP

Zasadniczą sprawą jest określenie 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.

Uważam, że warto rozważyć w przyszłości przeprowadzenie takich pomiarów w przyszłości aby rozwiązać wątpliwości sceptyków. Drugi sposób to analiza danych węzła i określenie warunków brzegowych. Zakładając, że wszystkie kaloryfery grzeją „na full” i wykorzystując dane z okresu przed zamontowaniem podzielników, można oszacować maksymalną wartość k . Trzeci sposób to przeanalizowanie związków ciepła (w GJ/m²) i „zużycia” (w unitach/m²) 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

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

Już po wykonaniu pomiarów dotarłem do materiałów źródłowych firmy ISTA. Okazuje się, że w Niemczech, w pewnych sytuacjach, uwzględnia się ciepło oddawane przez

piony grzewcze. W tym celu przelicza się ciepło w gigadzulach na „zużycie” wyrażone w obliczeniowych jednostkach zużycia (unitach). Według danych ISTEY fabryczna wartość współczynnika k (bez LAF) wynosi $k=3,6$ MJ/unit. **W rzeczywistych instalacjach wartość ta zawiera się w przedziale od 3,24 MJ/unit do 3,96 MJ/unit.** Te dane idealnie zgadzają się z moimi oszacowaniami i pomiarami. Na końcu dołączam odnośniki do materiałów ISTEY i tłumaczenie wybranych, istotnych dla naszych rozważań fragmentów.

W dalszej części przedstawię wyniki doświadczeń jakie przeprowadziłem aby ustalić wartość współczynnika k . Mimo, że nie mogłem wykorzystać ciepłomierza (*przynajmniej na razie*) to 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 przestawię 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 75⁰C, temperatura powrotu wynosi 65⁰C, a temperatura otoczenia ma wartość 20⁰C. Jeżeli parametry są inne niż 75⁰C/65⁰C/20⁰C to moc grzejnika będzie inna. W praktyce bardzo rzadko mamy do czynienia z warunkami nominalnymi, szczególnie jeżeli są to parametry 90⁰C/70⁰C/20⁰C. 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 $n = 1,27 - 1,33$
 Δt – 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 90⁰C/70⁰C/20⁰C.

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 żeberk (*a wyjątkowo rzadko mamy grzejnik o jednym żeberku*) nie jest liniową funkcją liczby żeberk! Co zresztą nie powinno dziwić. W grzejniku wielo 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 (zeberk).

Dokładna zależność matematyczna wygląda następująco:

$$P_k = k^\alpha P_0$$

Gdzie

- k – liczba członów (zeberk)
- P_0 – moc pojedynczego żeberka
- P_k – moc grzejnika o k – żeberkach
- α – 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 powinny być 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.

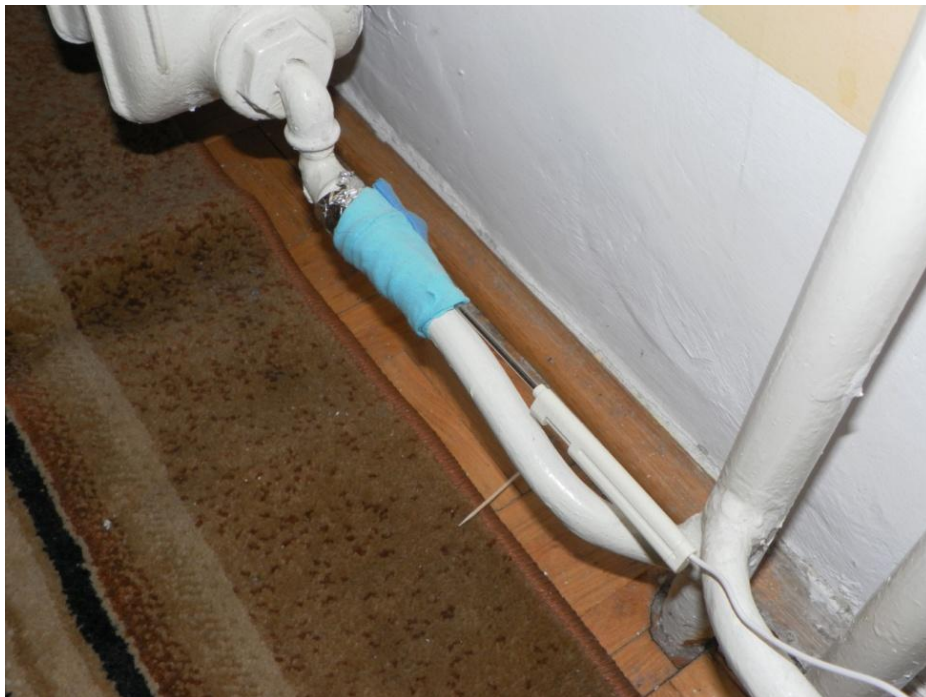
Tak wygląda praktyczna realizacja opisanych procedur:



Mocowanie sondy na przewodzie



Owinięcie 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 żeberek 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 żeberek, 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	64,9	61,5	58,0
6	Temperatura powrotu t_p	61,4	58,4	54,9
7	Temperatura wewnętrzna t_w	21,0	20,0	20,0
8	Podzielnik	1	4-L	4-L
9	Liczba żeberek	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	Δt	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]	3,82	3,90	3,92
28	Współczynnik K bez LAF [MJ/unit]	3,62	3,71	3,72

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 przyjęć 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 oznacmy 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 gigadzula) różnicujemy. Koszt gigadzula ustalamy na niższym poziomie dla mieszkań gorzej usytuowanych, a na wyższym poziomie dla mieszkań korzystniej usytuowanych.

Druga interpretacja. Koszty jednostkowe (koszt gigadzula) 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:

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

Średni LAF węzłów		
1	Macedońska 3	0,94
2	Macedońska 7	0,93
3	Macedońska 15	0,94
4	Macedońska 23	0,93
5	Macedońska 29	0,95
6	Macedońska 35	0,96
7	Macedońska 39	0,92
8	Obornicka 10	0,93
9	Obornicka 20	0,95
10	Obornicka 30	0,92
11	Obornicka 25	0,92
12	Obornicka 31	0,93
13	Obornicka 39	0,93
14	Obornicka 43	0,93
15	Obornicka 49	0,90
16	Broniewskiego 1	0,96
17	Broniewskiego 3	0,94
18	Broniewskiego 7	0,93
19	Rowerowa 15	0,91
20	Żmigrodzka 19	0,92
21	Kleczkowska 36	0,82
22	Kleczkowska 10	0,83
23	Siemieńskiego 1	0,78
24	Siemieńskiego 4	0,82
25	Struga 15a	0,84
26	Zegadłowicza 43	0,83
27	Zegadłowicza 1	0,81
	Średnia ważona	0,92

Oto rezultaty wszystkich pomiarów:

Data	Czas [h]	T _{zewn}	T _{zas}	T _{powr}	T _{wewn}	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%	3,63	3,4
4 grudnia	11,50	8,8	50,6	49,1	23,0	4-L	3015	3024	0,78	36%	3,73	3,5
4-5 grudnia	13,50	7,1	52,4	50,1	22,5	4-L	3024	3036	0,89	39%	3,59	3,4
5-6 grudnia	11,50	2,9	55,8	53,8	22,5	4-L	3040	3052	1,04	46%	3,55	3,4
7 grudnia	11,33	4,5	53,9	51,5	22,5	4-L	3054	3065	0,97	42%	3,50	3,3
7-8 grudnia	13,66	4,8	53,8	50,9	22,5	4-L	3065	3078	0,95	41%	3,52	3,3
12 grudnia	10,17	5,3	54,0	51,9	23,0	1	2495	2504	0,88	41%	3,80	3,6
12-13 grudnia	12,58	4,1	55,9	53,3	23,0	1	2504	2516	0,95	44%	3,78	3,6
13 grudnia	7,00	6,4	52,6	50,8	24,0	1	2516	2522	0,86	37%	3,55	3,4
2 lutego	11,50	-12,5	71,0	68,3	20,0	1	2	21	1,65	79%	3,91	3,7
2-3 lutego	12,00	-16,8	75,4	73,3	21,0	1	21	43	1,83	87%	3,86	3,7
2 i 3 lutego	23,50	-14,6	74,4	70,2	20,5	1	2	43	1,74	84%	3,91	3,7
3 lutego	21,50	-14,0	72,9	64,9	20,0	4-P	5	41	1,67	78%	3,77	3,6
4 lutego	6,25	-11,1	69,8	63,4	21,0	4-P	41	51	1,60	71%	3,61	3,4
3 i 4 lutego	28,25	-13,3	73,0	63,5	20,5	4-P	5	51	1,63	75%	3,76	3,6
4-5 lutego	23,50	-12,2	71,9	68,2	21,0	4-L	27	65	1,62	78%	3,93	3,7
5-6 lutego	8,30	-16,6	75,2	68,9	20,0	1	45	60	1,81	84%	3,79	3,6
6-8 lutego	40,00	-10,8	70,3	67,7	21,5	4-P	53	115	1,55	75%	3,93	3,7
10-12 lutego	43,50	-7,1	66,4	63,8	21,0	4-L	67	129	1,43	68%	3,89	3,7
11-13 lutego	46,00	-4,8	64,9	61,4	21,0	1	62	125	1,37	64%	3,82	3,6
14 lutego	12,00	-2,4	61,5	58,4	20,0	4-L	131	146	1,25	60%	3,90	3,7
15 lutego	11,75	0,6	58,0	54,9	20,0	4-L	147	160	1,11	53%	3,92	3,7
21 lutego	12,85	3,7	55,3	51,2	22,5	4-L	161	174	1,01	43%	3,43	3,3
22 lutego	11,50	7,3	51,2	49,1	23,0	4-L	174	184	0,87	36%	3,41	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°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 $k=3,7 \text{ MJ/unit}$ (**lub $K=3,5 \text{ MJ/unit}$**) to oznacza, że wyniki są w pełni wiarygodne.

A5. INNE WNIOSKI

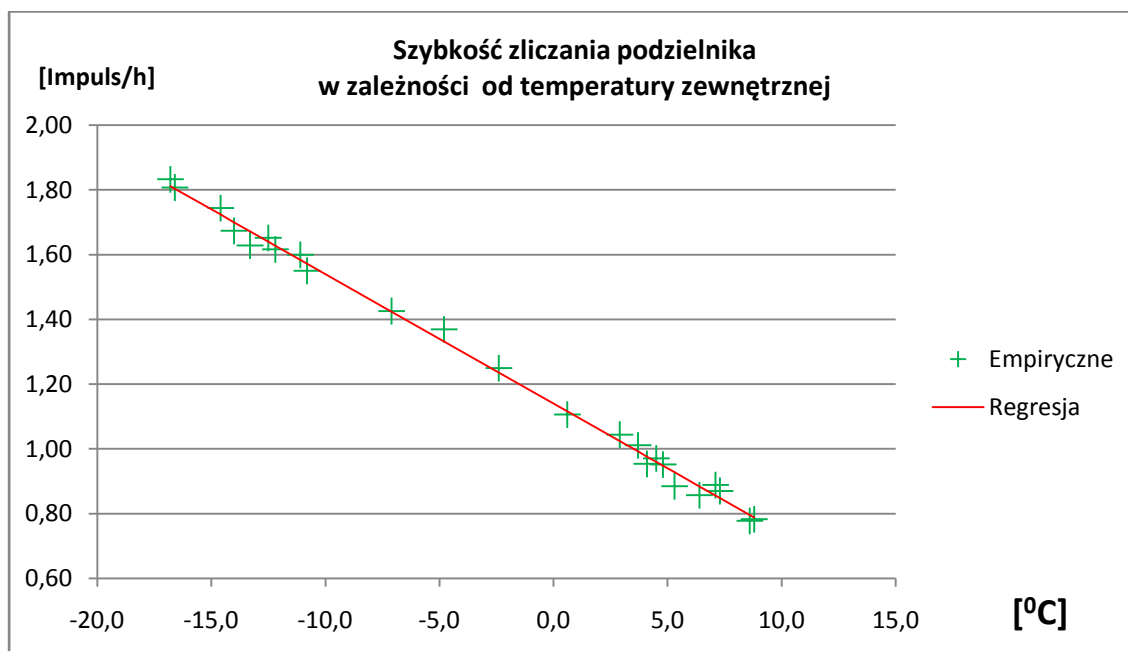
Oprócz głównego celu jakim było określenie wartości współczynnika proporcjonalności między ciepłem oddanym przez grzejnik a „zużyciem” rejestrowanym przez podzielnik, możemy na podstawie uzyskanych pomiarów uzyskać dodatkowo interesujące informacje.

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.



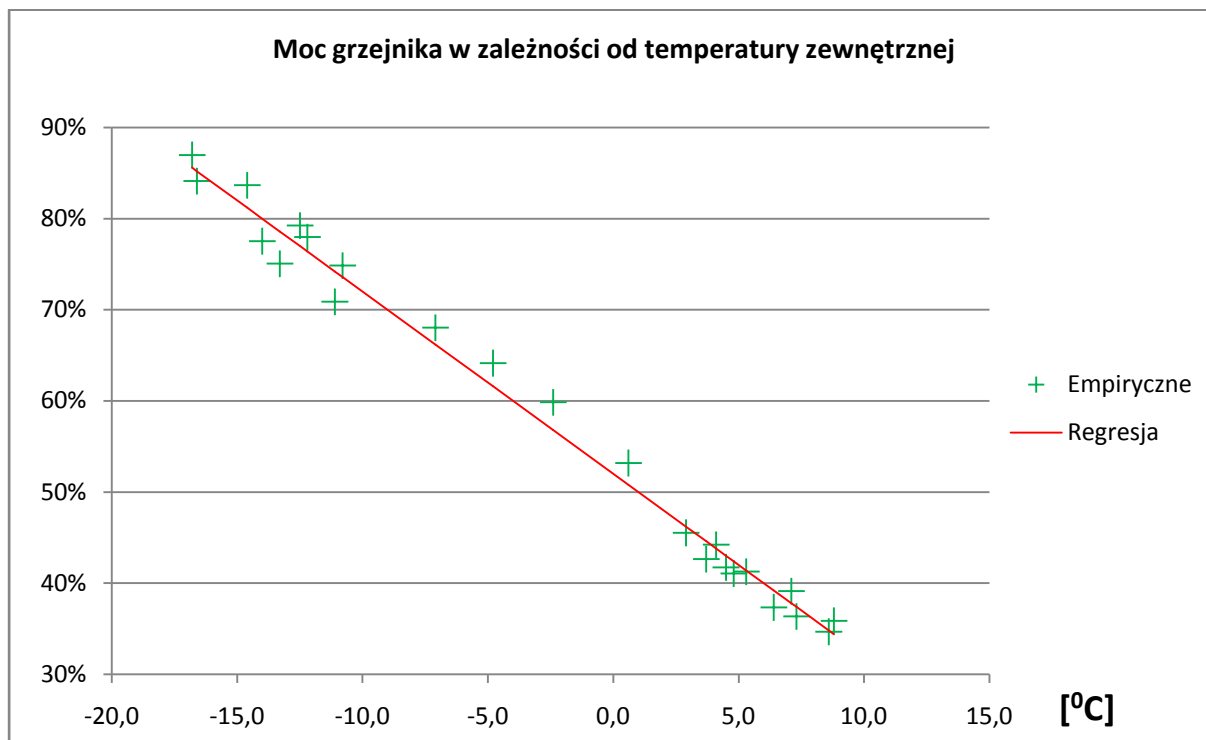
Równanie prostej regresji

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

Gdzie

L – szybkość zliczania podzielnika w impulsach na godzinę

t – temperatura w stopniach Celsjusza



Równanie prostej regresji

$$M=0,52 - 0,02*t$$

Gdzie

M – ułamek mocy nominalnej grzejnika (procent wykorzystania mocy)

t – temperatura w stopniach Celsjusza

Wykorzystajmy pierwszą zależność do określenia maksymalnego możliwego wskazania podzielników w sezonach grzewczych 2010, 2011 i 2012.

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
	Średnia szybkość zliczania	1,04

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
	Średnia szybkość zliczania	0,94

Sezon 2012

	Średnia temperatura [°C]	Szybkość zliczania podzielnika [Impuls/h]
Styczeń	1,6	1,08
Luty	-3,4	1,27
Marzec	7,1	0,87
Kwiecień	10,3	0,74
Październik	9,4	0,77
Listopad	6,3	0,89
Grudzień	-0,3	1,15
	Średnia szybkość zliczania	0,97

Czyli w sezonie 2010 średnia szybkość wskazań podzielnika wyniosła **1,04** impulsów na godzinę, w sezonie 2011 – **0,94** impulsu na godzinę a w sezonie 2012 **0,97** 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 226 dni = 5424 godzin. Daje to **5 099** impulsów. W sezonie 2012 odpowiednio 236 dni = 5664 godzin co daje **5496** impulsów

Dla ilustracji rzeczywiste wskazania w roku 2011

Węzeł Żmigrodzka 19, lokal przy ulicy Kasprowicza:

5 049 impulsów

4 563 impulsy

Węzeł Obornicka 10, lokal przy ulicy Obornickiej

4 826 impulsów

4 473 impulsy

*Mamy więc jednoznaczne, empiryczne potwierdzenie prawidłowości wyliczonych wartości maksymalnych. **Dokładniej, że nie są one zawyżone!***

Mając maksymalne możliwe wskazania podzielników możemy teraz policzyć maksymalne możliwe „zużycie”. Do obliczeń przyjmuję dane moich grzejników, których parametry mieszczą się w średniej Spółdzielni.

Proste obliczenia pozwalają określić maksymalne możliwe zużycie następująco:

- ✓ Sezon 2010 – 175 unitów/m²
- ✓ Sezon 2011 – 135 unitów/m²
- ✓ Sezon 2012 – 145 unitów/m²

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 dłuższej 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

Rok 2012 – 2 343,1 stopniodni

Stosunek tych liczb wynosi:

dla sezonów 2010 i 2011 - **1,29** (lub **0,77**)

dla sezonów 2011 i 2012 - **1,08** (lub **0,93**)

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!

$$\frac{175}{135} = 1,296$$

$$\frac{135}{175} = 0,772$$

Podobnie dla sezonów 2011 i 2012

$$\frac{145}{135} = 1,074$$

$$\frac{135}{145} = 0,931$$

Na zakończenie tego Appendixu jeszcze jeden wniosek.

Wróćmy zależności mocy grzejnika (jako ułamek 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, 2011 i 2012.

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%
	Średnia w całym sezonie	47,1%

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%
	Średnia w całym sezonie	41,6%

Sezon 2012

	Średnia temperatura [°C]	Średnia moc maksymalna [%]
Styczeń	1,6	48,9%
Luty	-3,4	58,8%
Marzec	7,1	37,9%
Kwiecień	10,3	31,3%
Październik	9,4	33,3%
Listopad	6,3	39,4%
Grudzień	-0,3	52,5%
	Średnia w całym sezonie	43,1%

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!).

Dla średnich wieloletnich temperatur we Wrocławiu dostajemy wykorzystanie mocy grzejników na poziomie około 43%.

A6. MATERIAŁY FIRMY ISTA

We wstępie napisałem, że dotarłem do materiałów źródłowych firmy ISTA , która w Niemczech, w pewnych sytuacjach, uwzględnia się ciepło oddawane przez piony grzewcze. W tym celu przelicza się ciepło w gigadżulach na „zużycie” wyrażone w obliczeniowych jednostkach zużycia (unitach). Z materiałami źródłowymi można zapoznać się bezpośrednio:

http://www.hv-schiller.de/docs/ista_spezial_Rohrwaerme.pdf

http://cdn.ista.com/fa/media_ista/germany_de/infothek/ista_spezial_Rohrwaerme.pdf

Dalej przedstawiam tłumaczenie (z pominięciem fragmentów nieistotnych dla tematu dotyczących sytuacji w kotłowniach lokalnych).

Dodatkowo przeliczyłem jednostki ciepła z kWh na GJ (z kilowatogodzin na gigadżule).

UWZGLĘDNIANIE CIEPŁA ODDAWANEGO PRZEZ PIONY GRZEWOCZE *(tłumaczenie- fragmenty istotne)*

ISTA Specjal

Od marca 2009 stosuje się dyrektywę (wytyczną) **VDI 2077**
– uwzględnienie ciepła pionów grzewczych
(**VDI** – *Verien Deutscher Ingenieure* - Stowarzyszenie Niemieckich Inżynierów)

Jak nieuwzględnienie strat ciepła na pionach grzewczych wpływa na prawidłowość rozliczenia kosztów ogrzewania

W instalacjach grzewczych zdarza się, że duża część ciepła emitowana jest przez nieizolowane przewody grzewcze. Problem ten pojawia się przede wszystkim w instalacjach dwururowych (pionowych). Ciepło oddawane przez nieizolowane przewody określa się też jako straty ciepła na przewodach (rurach).

Jak duże są straty ciepła na przewodach zależy od dwóch czynników:

- jak dobrze są zaizolowane piony grzewcze
- rodzaju instalacji: pozioma (jednorurowa) czy pionowa (dwururowa)

W obu rodzajach instalacji, przy całkowitym zamknięciu grzejników, w rurach krąży gorąca woda. Przy czym w instalacji pionowej rury oddają ciepło do mieszkań w przeciwieństwie do instalacji poziomej gdzie ciepło wydziela się poza mieszkaniem.

Kto korzysta na ciepłe oddawanym przez piony?

Na grzejnikach zamontowane są elektroniczne podzielniki kosztów ogrzewania. Jak wiemy, służą one do ustalenia ilości ciepła oddanego przez grzejniki. Podzielniki nie rejestrują jednak ciepła oddanego przez piony grzewcze.

Będzie to korzystne dla użytkowników, którzy mają małe zapotrzebowanie na ciepło. Szczególnie w instalacji pionowej ciepło rur może być wystarczające do zaspokojenia małego zapotrzebowania na ciepło. W efekcie grzejniki są używane w małym stopniu, tak że ich końcowe wskazania są prawie zerowe.

W niekorzystnej sytuacji są użytkownicy, którzy mają większe zużycie ciepła. Szczególnie dotyczy to mieszkań niekorzystnie usytuowanych w bryle budynku, które mają większe zapotrzebowanie na ciepło.

Jak ciepło pionów grzewczych wpływa na rachunki

W przeszłości problemy związane z ciepłem pionów były niewłaściwie interpretowane jako wadliwe działanie podzielników elektronicznych. Na podstawie opinii technicznych zastrzeżenia co do prawidłowości działania podzielników były odrzucane.

Ale były też inne przypadki. Sąd, w oparciu o opinię biegłego, uznał że wysokość rachunku za ogrzewanie jest nie do przyjęcia. Jednocześnie najemca uzyskał prawo do nowego rozliczenia według powierzchni mieszkania z jednoczesnym obniżeniem kosztów o 15% zgodnie z § 12 ust. 1 Ustawy (Heizkostenverordnung).

W celu ostatecznego rozwiązania takich problemów wprowadzono nowelizację Ustawy. W styczniu 2009 wprowadzono zmiany do § 7 ust. 1.

Czy wiesz, że...

Nieuwzględnienie ciepła pionów grzewczych może negatywnie wpłynąć na wyniki rozliczenia kosztów ogrzewania.

Ciepło dostarczane przez piony może wystarczać niektórym użytkownikom. Za to ciepło płacą użytkownicy o większym zużyciu poprzez zawyżony koszt „rozliczeniowej jednostki zużycia” (unitu)

WYTYCZNA VDI 2077 – szczegółowy opis

Nowe przepisy dotyczą budynków, w których piony grzewcze nie są izolowane i w związku z tym znacząca część ciepła nie jest rejestrowana.

Zgodnie z § 7 ust. 1 znowelizowanej Ustawy z dnia 1 stycznia 2009 w tym przypadku zużycie ciepła określa się zgodnie z zasadami inżynierii. Nie jest to rezygnacja z rozliczenia według zużycia. Należy w tym przypadku uwzględnić w rozliczeniu ciepło oddawane przez rury.

Rozliczenie „zgodnie z zasadami inżynierii” nabiera konkretnego znaczenia w **dyrektywie VDI 2077**.

Treść dyrektywy Stowarzyszenia Niemieckich Inżynierów – VDI jest autorskim pomysłem Stowarzyszenia.

Nie jest konieczna zmiana systemu rozliczania podzielnikowego, gdyż po uwzględnieniu dyrektywy VDI 2077 rozliczenie jest „zgodne z zasadami inżynierii”.

Nie jest konieczna zgoda lokatorów na uwzględnienie dyrektywy VDI gdyż nie jest to zmiana sposobu rozliczania kosztów ogrzewania a jedynie konieczna korekta.

Kiedy udział ciepła pionów jest „ważny”?

Dyrektywa VDI określa trzy kryteria stosowania:

1.	Udział ciepła rejestrowanego mniejszy niż krytyczny	$\leq 34\%$
2.	Odchylenie standardowe rozkładu znormalizowanego „zużycia”	$\geq 0,85$
3.	Udział użytkowników o niskim „zużyciu” (Niedriegverbraucher)	$\geq 15\%$

Jeżeli wszystkie trzy kryteria są spełnione uwzględnienie ciepła pionów **jest niezbędne**.

Znormalizowane „zużycie” to „zużycie” na jednostkę powierzchni podzielone przez średnie „zużycie” węzła.

Przez użytkowników o niskim „zużyciu” należy rozumieć tych, dla których „zużycie” na jednostkę powierzchni (w unitach/m²) jest mniejsze lub równe niż 15% średniego „zużycia” węzła (w unitach/m²).

Oto przykład rachunkowy dla węzła odnośnie **kryterium 1** :

Dane węzła	Wartość	Uwagi
Ciepło na ogrzewanie	$Q = 270 \text{ GJ}$	
Współczynnik przeliczeniowy	$k = 3,6 \text{ MJ/unit}$ (lub $k = 0,0036 \text{ GJ/unit}$)	Jest to wartość fabryczna . W rzeczywistych instalacjach wartość tego współczynnika mieści się w przedziale od 3,24 MJ/unit do 3,96 MJ/unit
„Zużycie” węzła	$Z = 20\ 000 \text{ unitów}$	
Ciepło zmienne (rejestrowane)	$Q_z = 72 \text{ GJ}$	$Q_z = k Z$; czyli $Q_z = 0,0036 * 20\ 000 = 72 \text{ GJ}$
Udział ciepła zmiennego	27%	$72/270 = 0,2666... \approx 27\%$

Widać, że kryterium pierwsze jest spełnione. Udział ciepła rejestrowanego przez podzielniki w ogólnej ilości ciepła wynosi zaledwie 27%.

Aby zilustrować kryterium drugie i trzecie musimy posłużyć się przykładowym rozliczeniem dla grupy użytkowników. Oto reprezentatywny fragment pełnego rozliczenia z węzła opisanego powyżej.

Użytkownik	Powierzchnia [m ²]	„Zużycie” [unit]	„Zużycie” jednostkowe [unit/m ²]	„Zużycie” średnie węzła [unit/m ²]	Procent „zużycia” średniego
1.	60,40	0,00	0,00	8,88	0,00%
2.	91,39	697,33	7,63		85,91%
3.	60,40	213,20	3,53		39,74%
4.	91,39	2 041,28	22,34		251,48%
5.	54,27	43,38	0,80		9,00%
6.	80,60	1530,98	18,99		213,96%

- ✓ Odchylenie standardowe znormalizowanego rozkładu **s = 1,08** (A więc $s > 0,84$)
- ✓ Udział użytkowników o niskim „zużyciu” **p=33%** $2/6 = 0,333... \approx 33\%$ (A więc $p > 15\%$)

Jak widać wszystkie trzy kryteria VDI 2077 są spełnione. Bezwzględnie należy więc uwzględnić ciepło pionów w rozliczeniu. W jaki sposób? Zobaczymy.

Jak ISTA zaleca uwzględnianie ciepła pionów?

(Dygresja J.S.)

Dalej to już oryginalny wkład ISTY do dyrektywy VDI 2077. Miałość tego rozumowania jest zastanawiająca. Dlaczego mogąc dość dokładnie określić jaką część ciepła emitują grzejniki opomiarowane, za wszelką cenę dąży się do ZADEKRETOWANIA udziału ciepła zmiennego (kosztów zmiennych) na zawyżonym poziomie? Na odczepnego uwzględnia się ciepło pionów, w dość ułomny sposób zresztą, dopóki ktoś mógłby podać rachunek do sądu. Jeżeli taka groźba staje się mniej prawdopodobna wraca się do „sprawdzonego”, „wypróbowanego” i skompromitowanego sposobu rozliczania.

Po pierwsze:

Należy uwzględniać w rozliczeniach ciepło pionów TYLKO wówczas gdy jednocześnie spełnione są wszystkie trzy kryteria VDI 2077.

Po drugie:

Należy ZAPRZESTAĆ uwzględniania ciepła pionów gdy udział ciepła zmiennego osiągnie graniczną wartość 43%.

Jak wygląda w praktyce uwzględnienie ciepła pionów? Rozpatrzmy to na przykładzie analizowanym wcześniej.

Udział ciepła zmiennego wynosi 27%.
Różnica do wartości granicznej 43% - 27% = 16%

Ta różnica jest podstawą do obliczenia ciepła pionów. Oznaczamy ciepło pionów Q_p .
Odpowiadające mu „zużycie” pionów oznaczmy Z_p .

$$Q_p = 16\% Q$$
$$Q_p = 16\% 270 \text{ GJ} = 43,2 \text{ GJ}$$
$$Z_p = Q_p/k$$

gdzie $k = 0,0036 \text{ GJ/unit}$

$$Z_p = 43,2/0,0036 = 12 \text{ 000 unitów}$$

To „zużycie” rur $Z_p = 12 \text{ 000}$ unitów dodajemy do globalnego „zużycia” węzła. Konsekwencją jest obniżenie kosztu unitu.

Do rachunku każdemu użytkownikowi dodajemy pozycję „ciepło pionów”, w której znajduje się podzielone proporcjonalnie do powierzchni mieszkania owe 12 000 unitów.

Zastosowanie tego sposobu (*tylko dla użytkowników w sytuacji zilustrowanej w tabeli!*) zmniejsza rozpiętość rachunków z 1:5,5 (bez ciepła pionów) do 1:3 (z uwzględnieniem ciepła pionów)

ZAMIAST uwzględniania ciepła pionów ISTA zaleca:

Dążenie do zmniejszania strat ciepła na rurach poprzez:

- ✓ **Zrównoważenie hydrauliczne instalacji**
- ✓ **Odpowiednią regulację automatyki pogodowej**
- ✓ **Dobór odpowiednich pomp**
- ✓ **Zaizolowanie pionów izolacją odporną na manipulacje**

Domyślnie ISTA NIE STOSUJE rozliczeń z uwzględnieniem ciepła pionów.

Od stycznia 2010 Zarządcy są informowani, że w przypadku spełnienia trzech warunków VDI 2077 mogą zwrócić się o ponowne rozliczenie kosztów z uwzględnieniem ciepła pionów.

W takiej sytuacji użytkownicy otrzymają nowe, skorygowane rachunki.

APPENDIX B

ZMIANA UDZIAŁU CZĘŚCI ZMIENNEJ

Część zmienna zużycia ciepła, jak sama nazwa wskazuje, może się ZMIENIAĆ.
Zadekretowanie poziomu kosztów zmiennych na stałym poziomie, na dodatek jednakowym dla wszystkich węzłów, jest po prostu nonsensem. Zobaczmy jak zmienia się udział części zmiennej przy zmianie „zużycia” w kolejnym sezonie grzewczym.

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)

W pierwszym sezonie mamy

$$Q = Q_s + Q_z$$

Gdzie

Q_s – ciepło w części stałej

Q_z – ciepło w części zmiennej

Q – ciepło całe

Oczywiście

$$Q_z = pQ$$

$$Q_s = (1 - p)Q$$

Teraz część zmienna rośnie o k procent (k może dodatnie lub ujemne!). Oznaczając znakiem prim wielkości w drugim sezonie mamy:

$$Q'_s = Q_s \quad (\text{nie zmienia się})$$

$$Q'_z = (1 + k)Q_z \quad (\text{wzrost o } k \text{ procent})$$

Po zmianie mamy

$$Q' = Q'_s + Q'_z = Q_s + Q'_z$$

Oczywiście

$$p' = \frac{Q'_z}{Q'}$$

Czyli

$$p' = \frac{(1+k)Q_z}{Q_s + Q'_z} = \frac{(1+k)pQ}{(1-p)Q + (1+k)pQ} = \frac{(1+k)p}{(1-p) + (1+k)p} = \frac{(1+k)p}{1-p+p+kp}$$

Ostatecznie

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

APPENDIX C

ANALIZA TEORETYCZNA ROZLICZEŃ WĘZŁA WNIOSKI

C1.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 2010, 2011 i 2012. W tym Appendixie chodzi o uchwycenie mechanizmów i zależności. Dokładną analizę sezonu 2012 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 PLN/m^2 (czyli 2 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_{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 poziomu kosztów zmiennych?
- ✓ Jak zmienia się rachunek konkretnego użytkownika, jeżeli inni zmieniają swoje zachowania?

C2. 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.

C3. ZALEŻNOŚĆ RACHUNKU OD ZADEKRETOWANEGO POZIOMU KOSZTÓW ZMIENNYCH

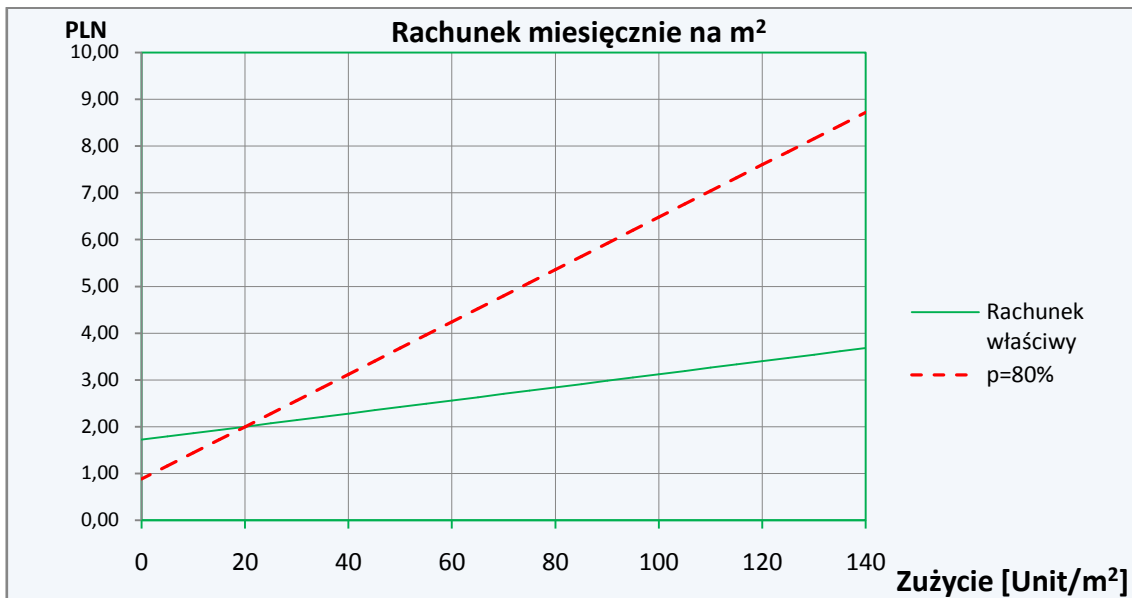
Aby przeprowadzić tę symulację wystarczy po prostu przeprowadzić obliczenia dla danych zmieniając jedynie „zadekretowany” poziom kosztów zmiennych.

Stosujemy zatem dokładnie taki sposób obliczania jaki obowiązuje w regulaminie za 2011 i 2012 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 i 2012.

Wyniki przedstawiam na wykresie.



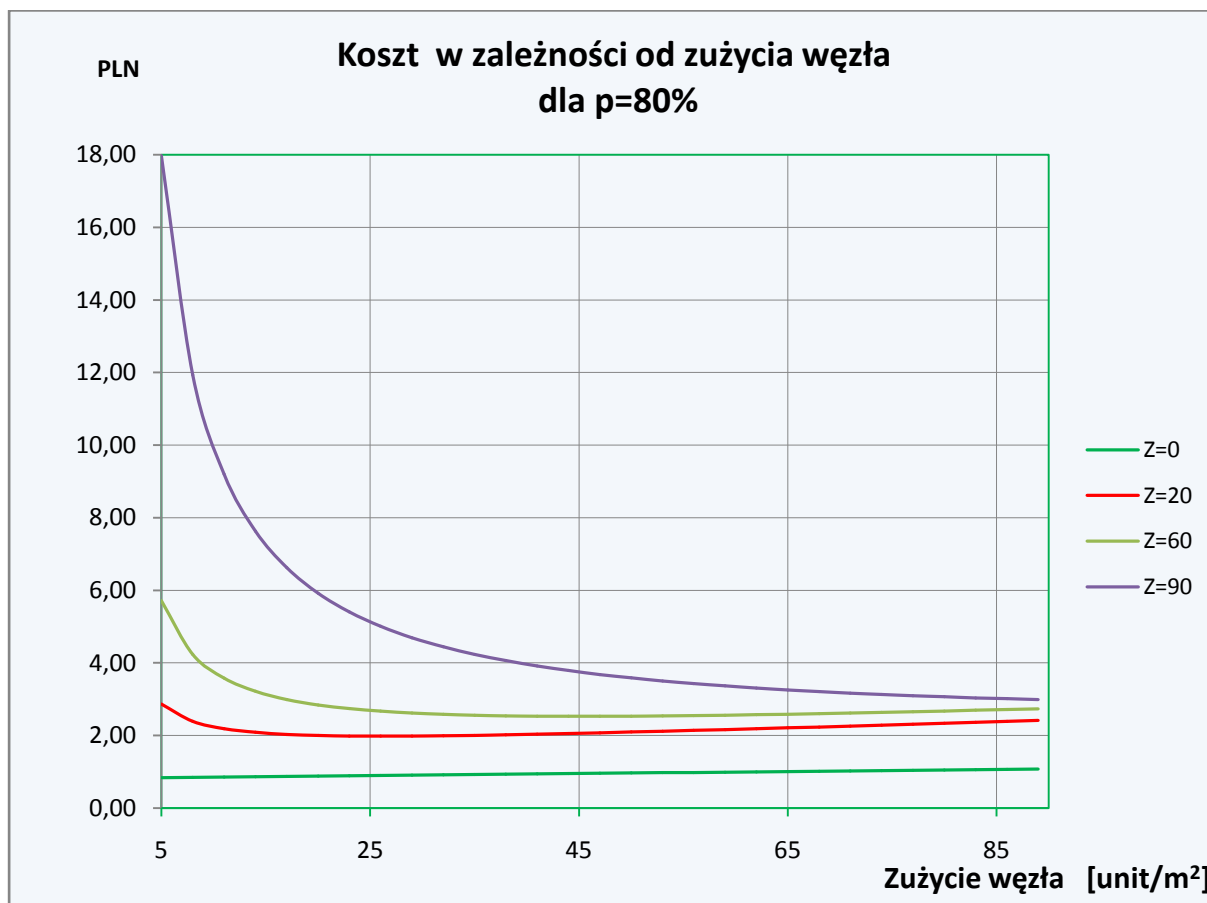
Jak widzimy, tylko użytkownik o „zużyciu” równym średniemu „zużyciu” węzła jest niewrażliwy na zmiany dekretowanego udziału kosztów zmiennych i tylko dla niego rachunek jest właściwy. Użytkownicy o mniejszym „zużyciu” dostają niezastuzone premie (płacą mniej niż powinni) a użytkownicy o „zużyciu” większym 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.

C4. 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:

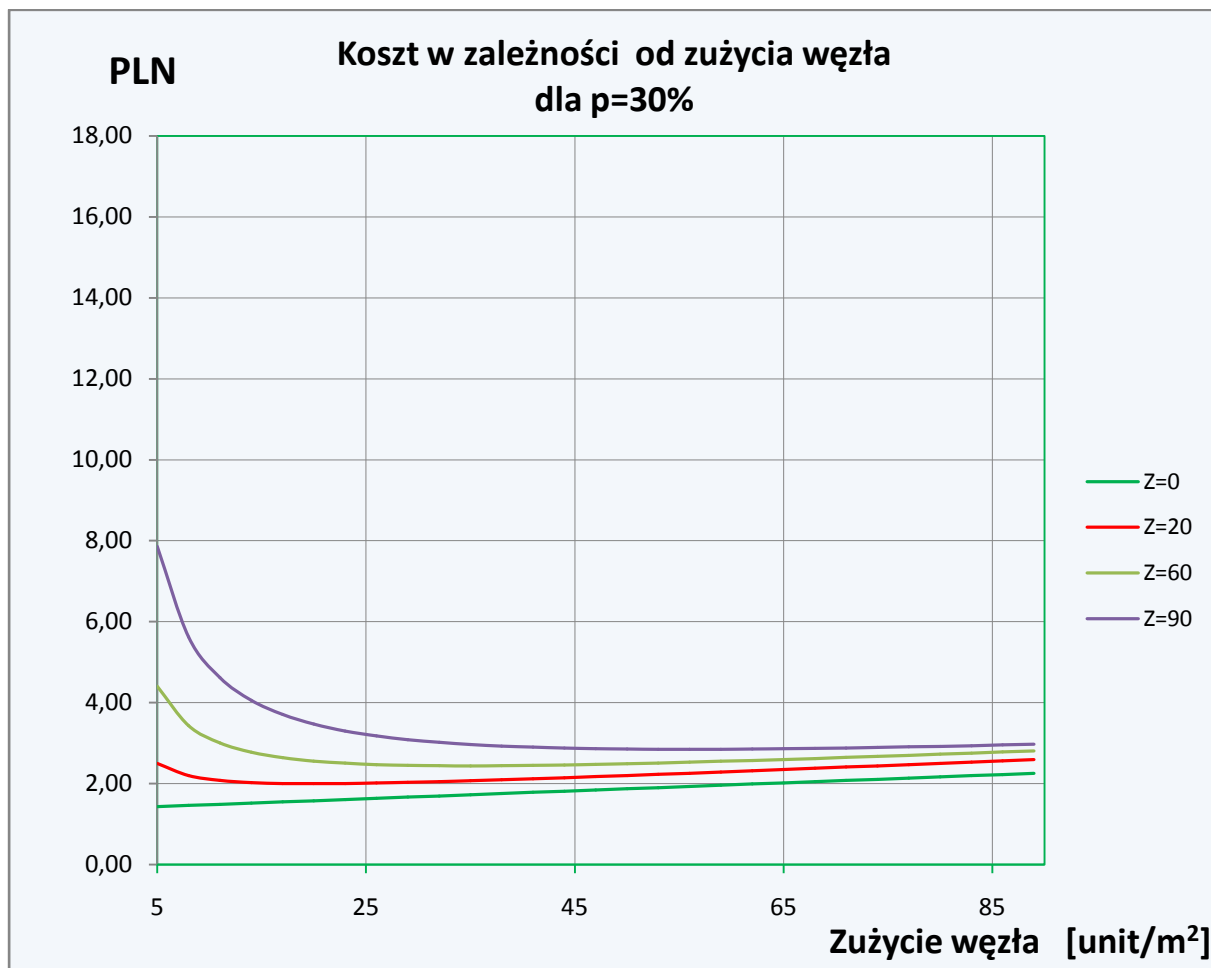
Z = 0 unitów/m²

Z = 20 unitów/m²

Z = 60 unitów/m²

Z = 90 unitów/m²

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 węzła, 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 „*placisz tylko za to co zużyłeś*” to po prostu propagandowy humbug.

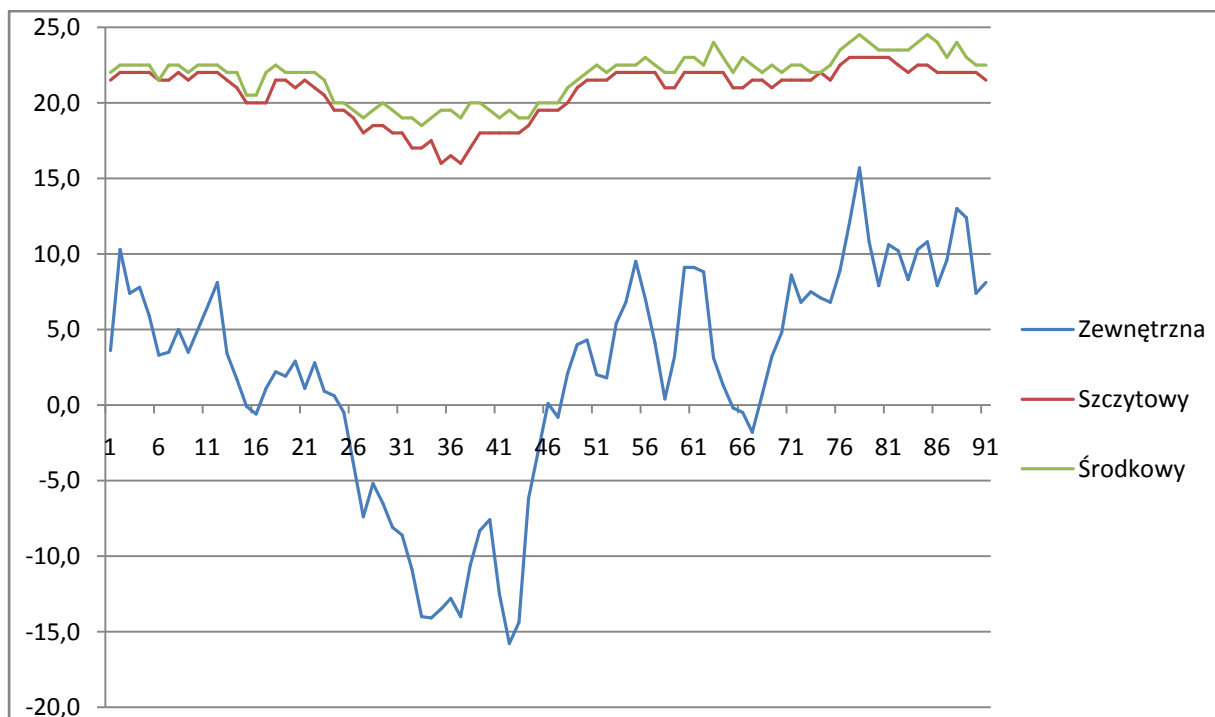
Tylko w przypadku gdy poziom kosztów zmiennych przyjęty jest na poziomie zgodnym z rzeczywistością rachunek konkretnego użytkownika staje się mało wrażliwy na zachowania innych.

C5. 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 rozwiązać 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 starego regulaminu obciążającego progresywnie użytkowników korzystających intensywniej z ogrzewania.

Przyjęcie nowego regulaminu eliminuje te patologie!