

Regulacja i koszty eksploatacyjne elektrycznych grzejników podłogowych

Regulation and operating costs of electric underfloor heaters

HENRYK G. SABINIAK, KAROLINA WIŚNIK

DOI 10.36119/15.2022.3.2

Regulacja ilości i czasu poboru energii elektrycznej z sieci do ogrzewania pomieszczeń jest najistotniejszym (newralgicznym) momentem projektowania instalacji. Jest to związane z późniejszą eksploatacją, bezpieczeństwem i ponoszonymi kosztami. Jednocześnie zapewnia szybkość i komfort w utrzymywaniu warunków temperaturowych w pomieszczeniu z minimalizacją kosztów korzystania z tego rodzaju ogrzewania.

Słowa kluczowe: ogrzewanie podłogowe, tania energia, temperatura, grupa taryfowa, regulacja.

Regulation of the amount and time of electricity consumption from the space heating network is the most important (critical) moment of installation design. This is related to subsequent operation, safety and costs. At the same time, it provides speed and comfort in maintaining temperature conditions in the room with minimizing the cost of using this type of heating.

Keywords: heating surface, cheaper electricity, temperature, tariff group, regulation.

Instalacje elektrycznego ogrzewania płaszczyznowego pomieszczeń powinny być wyposażone w układy automatycznej regulacji temperatury, których zadaniem jest utrzymywanie wewnątrz pomieszczeń stałej lub programowo zmiennej temperatury poprzez zmianę mocy grzewczej płyt podłogowych [1], [2]. Dzięki zastosowaniu czujników pomiarowych istnieje możliwość sterowania instalacją, co wpływa na zużycie energii elektrycznej przez system grzewczy, a tym samym i na koszty eksploatacyjne.

Przyłączenie do instalacji elektrycznej przewodów grzewczych realizowane jest poprzez regulator temperatury. Sterowanie pracą instalacji ogrzewania podłogowego może być wykonywane przez elektroniczne regulatory manualne lub z programatorem. Regulatory elektroniczne charakteryzują się dużą dokładnością pomiaru temperatury ($0,1 \div 0,3^\circ\text{C}$). Wersje z programatorem mają możliwość regulacji temperatury w cyklu dziennym oraz tygodniowym. Takie regulatory są szczególnie zalecane ze względu na możliwości przełączania poboru energii elektrycznej i związanych z tym opłat w ramach grupy taryfowej. Umożliwiają także odczytywanie na wy-

świetlaczu danych, takich jak: temperatura rzeczywista, zaprogramowana temperatura komfortu i ekonomiczna, lub czas pracy systemu grzewczego [3], [4]. Nowoczesne regulatory mogą być sterowane bezprzewodowo (Wi-Fi).

Ze względu na sposób pomiaru temperatury, regulatory są z czujnikami temperatury:

- podłogi,
- powietrza i podłogi (z jednoczesnym zabezpieczeniem podłogi i przewodów grzewczych przed przegrzaniem).

Regulator z czujnikiem temperatury podłogi stosowany jest w przypadku instalacji wykorzystywanej, jako nieakumulacyjny system do wspomagania tradycyjnego ogrzewania, tzw. efekt ciepłej podłogi. Jeżeli system ogrzewania podłogowego jest podstawowym źródłem ogrzewania, bądź mamy do czynienia z tzw. systemem akumulacyjnym, wówczas regulator powinien współpracować z obydwojema czujnikami temperatury, tzn. powietrza w pomieszczeniu i podłogowymi. Zwykle czujnik temperatury powietrza w pomieszczeniu stanowi integralną część regulatora, zaś czujnik podłogowy wbudowany jest w płytę grzewczą [1].

Ze względu na sposób montażu regulatora temperatury dzielimy na:

- podtynkowe;
- natynkowe;
- na szynie DIN.

Na dokładność pomiaru regulatora współpracującego z czujnikiem temperatury powietrza wpływa miejsce jego montażu, stąd unikać należy bezpośredniego działania promieniowania słonecznego na urządzenie. Regulator temperatury powinien być umieszczony na ścianie wewnątrz ogrzewanego pomieszczenia na wysokości $1,4 \div 1,5$ m mierząc od poziomu podłogi. W przypadku regulatorów współpracujących jedynie z czujnikami podłogowymi brak jest ograniczeń związanych z miejscem ich montażu.

Do sterowania pracą instalacji elektrycznego ogrzewania podłogowego w pomieszczeniach o dużej wilgotności powietrza (sauny, łazienki), należy stosować specjalnie do tego celu przeznaczone regulatory o odpowiednim stopniu szczelności.

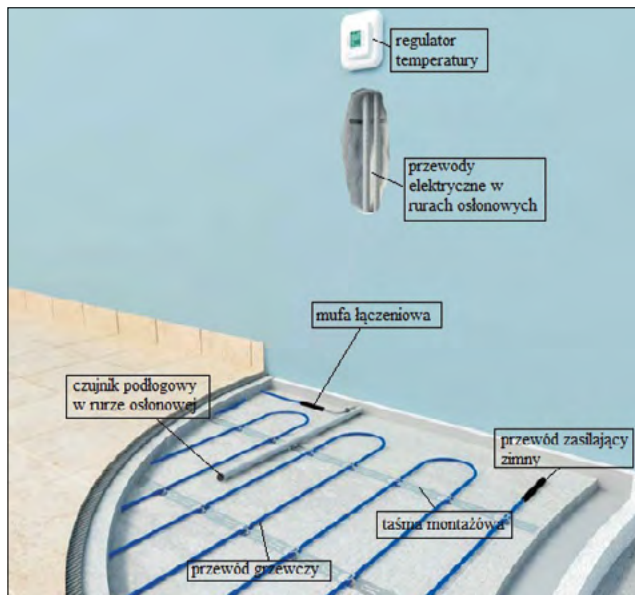
Regulatory temperatury współpracujące ze strefami brzegowymi ogrzewania podłogowego powinny być umieszczone na ścianie bezpośrednio przy znajdującej się zasilanej strefie. Moc przewodów i mat

Prof. dr hab. inż. Henryk G. Sabiniak, <https://orcid.org/0000-0003-1868-380X>. – profesor zwyczajny w Instytucie Inżynierii Środowiska i Instalacji Budowlanych Politechniki Łódzkiej

Dr inż. Karolina Wiśnik, <https://orcid.org/0000-0002-5937-6681> – adiunkt w Instytucie Inżynierii Środowiska i Instalacji Budowlanych Politechniki Łódzkiej. Adres do korespondencji/ Corresponding author: henryk.sabiniak@p.lodz.pl

grzewczych, które mogą zostać podłączone do regulatora powinna być kontrolowana. Nie może ona przekraczać wartości dopuszczalnej określonej przez producenta.

Czujnik temperatury podłogi powinien być równo oddalony od sąsiadujących przewodów grzejnych. Przewód elektryczny z czujnikiem temperatury należy umieścić w rurze ochronnej (typu peszel) z zaślepionym końcem. Rozwiązanie to pozwoli z jednej strony zabezpieczyć czujnik podłogowy przed zawilgoceniem, jednocześnie umożliwi także szybką wymianę w przypadku uszkodzenia [5]. Na rysunku 1 przedstawiony został sposób montażu czujnika podłogowego.



Rys. 1. Przykład mocowania przewodów czujnika temperatury w podłodze [6], [7]

System ochrony przed porażeniem prądem przez instalację elektrycznego ogrzewania podłogowego musi być wyposażony w wysokoczułe wyłączniki różnicowoprądowe o znamionowym prądzie różnicowym $I_{\Delta N} \leq 30$ mA [6]. Wyłącznik różnicowoprądowy, to urządzenie mierzące różnicę natężeń prądu wpływającego (przewodami fazowymi) i wypływającego (przewodem N) w chronionej instalacji. Warunkiem niezakłóconej pracy elektrycznej instalacji ogrzewania podłogowego jest spełnienie zależności:

$$(I_{L1} + I_{L2} + I_{L3}) - I_N = 0$$

gdzie:

I_{L1}, I_{L2}, I_{L3} – natężenie prądu w przewodach fazowych, A,

I_N – natężenie prądu w przewodzie neutralnym, A.

Po przekroczeniu znamionowego natężenia prądu w instalacji ogrzewania wyłącznik różnicowoprądowy wyłączy grzejnik podłogowy spod napięcia:

$$(I_{L1} + I_{L2} + I_{L3}) - I_N \geq \Delta I_n$$

gdzie:

ΔI_n – natężenie różnicowego prądu znamionowego wyłącznika, A [7].

Akumulacyjne ogrzewanie podłogowe wykorzystywane, jako podstawowy system grzewczy w budynku wymaga zastosowania bardziej złożonego układu sterowania niż w przypadku instalacji zapewniającej efekt „cieplej podłogi”. W takich przypadkach układ sterowania stanowi:

- sterownik główny: jest to czujnik pogody rejestrujący średnią temperaturę powietrza zewnętrznego, który na podstawie sygnału przesyłowego określa występowanie II taryfy [1],

- regulator ładowania: to czujnik ciepła resztkowego, monitoruje temperaturę podłogi [8].

Ilość ciepła zakumulowanego w ciągu trwania II taryfy (wynoszącej zwykle 10 godzin w ciągu doby) powinna umożliwić ogrzewanie pomieszczenia przez pozostały czas, o czym w dalszej części artykułu. Sterownik główny uwzględniając temperaturę powietrza zewnętrznego, dostępność tańszej taryfy i temperaturę podłogi, decyduje o uruchomieniu, bądź wyłączeniu grzejnika podłogowego.

Podłączenie ogrzewania podłogowego do instalacji elektrycznej powinno zostać wykonane przez uprawnionego elektryka w oparciu o aktualnie obowiązujące przepisy prawne. Obecnie w Polsce ze względu na wysokie ceny energii elektrycznej wykorzystanie, jako zasadniczego elektrycznego ogrzewania budynków, jest rozwiązaniem niszowym. Nie mniej stosowane jest ze względu na wygodę w eksploatacji: szybkość i niezawodność działania.

W celu obniżenia kosztów eksploatacyjnych elektrycznego ogrzewania akumulacyjnego podejmowane są próby zwiększenia możliwości magazynowania ciepła w grzejnikach podłogowych. Najlepiej rokującym rozwiązaniem jest magazynowanie ciepła utajonego w materiałach zmieniających fazę (PCM) stanu skupienia (medium przechodzące z jednej fazy w drugą) [9]. Gromadzenie i oddawanie ciepła polega na wykorzystaniu przemiany faz: ciało stałe – ciecz, ciecz – gaz, ciało stałe – gaz. Wykorzystywanie materiałów zmieniających fazę do magazynowania ciepła jest rozwiązaniem atrakcyjnym, ze względu na dużą pojemność przy niewielkich wahaniami temperatury [2], [10].

Newralgicznym momentem w podjęciu decyzji o korzystaniu z elektrycznego ogrzewania płaszczyznowego są koszty eksploatacyjne. Wysokość opłaty za korzystanie z elektrycznego ogrzewania płaszczyznowego (podłogowego) związana jest z grupą taryfową pobieranego prądu z sieci. Zasadnicze grupy taryfowe opłat za pobieraną energię elektryczną są cztery: A, B, C i G. Przy czym grupy taryfowe A, B i C dotyczą przesyłania i sprzedaży energii elektrycznej przedsiębiorstwom przemysłowym. Charakteryzują się one wysokimi napięciami (powyżej 1 kV) i dzielą się na wysoko-, średnio- i niskonapięciowe. Grupa taryfowa G – to głównie prywatni odbiorcy; gospodarstwa domowe, ale także instytucje użyteczności publicznej, między innymi, takie jak: akademiki, domy dziecka, hospicja, przychodnie, banki itp. W ramach opłat grupy taryfowej G, doprowadzany jest prąd przemienny bezpośrednio do odbiorców siecią, określaną jako niskonapięciowa. Od 1990 roku w całej Europie ujednolicono napięcie w sieci przesyłowej niskiego napięcia i wynosi ono 230 V o częstotliwości 50 Hz. Gdy wymagana jest większa moc energii elektrycznej dostarczanej do odbiorcy indywidualnego prowadzi się sieć trójfazową o napięciu międzyfazowym 400 V.

Oznaczenie dalszej części płatnej grupy taryfowej składa się z dwóch liczb i może występować jeszcze czwarty znak – mała litera alfabetu np. Gxxa. Pierwsza liczba x może mieć wartość 1 lub 2. Wartości te oznaczają zapotrzebowanie na dostarczaną moc elektryczną. Liczba 1 – oznacza zapotrzebowanie na energię elektryczną o mocy nie większej niż 40 kW. Liczba 2 informuje, że moc pobierana będzie większa niż 40 kW. Drugi znak x – mówi na ile stref czasowych została podzielona doba, a tym samym i sposób rozliczania. Tych stref może być aż 4.

W każdej strefie czasowej obowiązuje inna taryfa opłaty za 1 kWh. Ostatni znak w oznaczeniu grupy taryfowej informuje o tym, jak została podzielona doba czasowa na strefy, czyli w których godzinach obowiązuje dana stawka opłat za 1 kWh.

Najpopularniejszą grupą taryfową wśród odbiorców indywidualnych jest G11. Jest ona używana przez odbiorców, którzy wykorzystują prąd elektryczny do oświetlenia i eksploatacji sprzętu domowego np.: telewizory, radia, lodówki, zmywarki, suszarki, pralki, piekarniki itp. Nie zaleca się jej do stosowania w ogrzewaniu pomieszczeń i wody. Z kodu G11 można odczytać, że do odbiorcy dostarczany jest prąd przemienny o natężeniu 230 V i częstotliwości 50 Hz, a zapotrzebowanie na moc nie przekracza 40 kW i przez całą dobę obowiązuje jedna stawka opłaty za 1 kWh zużytej energii elektrycznej.

Odbiorcy indywidualni wykorzystujący energię elektryczną do ogrzewania pomieszczeń i przygotowywania ciepłej wody (c.w.) powinni stosować grupę taryfową G12 tzn. dwustrefową. W tej grupie taryfowej obowiązują dwie stawki opłat za 1 kWh. Jedna stawka dzienna w godzinach 06⁰⁰ ÷ 13⁰⁰ i od 15⁰⁰ ÷ 22⁰⁰, a druga nocna w godzinach od 13⁰⁰ ÷ 15⁰⁰ i od 22⁰⁰ ÷ 06⁰⁰.

Opłata za zużycie 1 kWh energii elektrycznej zależy od kilku czynników, a są nimi:

- region kraju, w którym z energii elektrycznej korzysta odbiorca,
- dostawca energii w tym regionie. Do najpopularniejszych należą: Energa, Enea, Tauron, PGE.

Składniki cenowe 1 kWh energii elektrycznej według grupy taryfowej G11 to:

- zużyta energia,
- opłaty:
 - reglamentacyjna,
 - OZE,
 - za składniki jakościowe,
 - zmienna sieciowa,
 - za pobieraną moc – stała,
 - przejściowa,
 - przesyłowa,
 - abonamentowa dystrybucyjna.

Składniki opłat za 1 kWh wymienione powyżej są różne dla każdego z dostawców. Do tego dochodzi jeszcze podatek VAT wynoszący 23 %.

Średnią wartość opłaty brutto za zużycie 1 kWh w zależności od regionu i dostawcy, według wyciągów z rozliczeń z rachunków odbiorców indywidualnych w 2021 roku podano w tabeli 1.

Tabela 1. Koszt brutto 1 kWh wg grupy taryfowej G11

| Dostawca | Region – Miasto | Stawka w zł/kWh |
|----------|-----------------|-----------------|
| Energa | Gdańsk | 0,78 |
| Enea | Poznań | 0,69 |
| Tauron | Katowice | 0,74 |
| PGE | Łódź | 0,79 |

Wzrost cen energii elektrycznej w ostatnich latach „rok do roku” wynosił średnio około 3,5% dla odbiorców indywidualnych. Z informacji od dystrybutorów wynika, że zmiana ceny energii elektrycznej za 1 kWh w roku 2022 będzie większa niż 3,5%. Według przedstawianych prognoz od 1-go stycznia 2022 roku średnia cena brutto energii elektrycznej za 1 kWh w Polsce w zależności od grupy taryfowej będzie wynosiła – tabela 2.

Tabela 2. Koszt brutto 1 kWh w zależności od grupy taryfowej

| Grupa taryfowa | Strefa czasowa | Stawka*zł/kWh |
|----------------|----------------|---------------|
| G11 | Całodobowa | 0,66 |
| G12 | Dzienna | 0,75 |
| | Nocna | 0,34 |
| G12w | Szczytowa | 0,81 |
| | Poza szczytowa | 0,33 |

*stawki zawierają 5% VAT

Od 1 sierpnia 2022 roku średnia cena brutto za zużycie 1 kWh energii elektrycznej zostanie zmieniona i będzie wynosiła (patrz tabela 3).

Tabela 3. Cena 1 kWh energii elektrycznej po 1-sierpnia 2022 roku

| Grupa taryfowa | Strefa czasowa | Stawka*zł/kWh |
|----------------|----------------|---------------|
| G11 | Całodobowa | 0,77 |
| G12 | Dzienna | 0,87 |
| | Nocna | 0,39 |
| G12w | Szczytowa | 0,95 |
| | Poza szczytowa | 0,38 |

*stawki zawierają 23% VAT

Podsumowanie

Elektryczne ogrzewanie pomieszczeń jest wygodnym systemem w użytkowaniu, prostym w obsłudze i niezawodnym (mało

awaryjnym). Cechy te czynią ten system przyjaznym dla indywidualnego odbiorcy w eksploatacji i co jest nie bez znaczenia także i dla środowiska. Ma on jednak istotną wadę – są nią wysokie koszty. I ten czynnik jest najistotniejszy przy podejmowaniu decyzji przez inwestorów o zastosowaniu takiego systemu do ogrzewania pomieszczeń. Ale zawsze było tak i tak będzie nadal, że zapewnianie sobie przez ludzi wygody i lepszego komfortu w otaczającym ich środowisku będzie wiązało się z ponoszeniem wyższych kosztów. Często jest jeszcze tak, że cierpi na tym środowisko. W tym przypadku, środowisko nie tylko nie cierpi, ale system jest dla niego przyjazny [1], [4].

LITERATURA

- [1] Sabinak H.G., Wiśnik K., Adamiak T.: Ogrzewanie podłogowe. Projektowanie-regulacja-wskazówki praktyczne. Wyd. Ośrodek Informacji „Technika instalacyjna w budownictwie”. W-wa 2020 r.
- [2] Januszkiewicz K.: Właściwości dynamiczne pomieszczeń ogrzewanych elektrycznie, Przegląd Elektrotechniczny 3/2007
- [3] Januszkiewicz K.: Elektryczne akumulacyjne ogrzewanie pomieszczeń. Wyd. Ośrodek Informacji „Technika instalacyjna w budownictwie”. W-wa 1998 r.
- [4] Sabinak H.G., Wiśnik K.: Energia elektryczna w ogrzewaniu płaszczyznowym. Instal 10/2021, s. 25-27, DOI 10.36119/15.2021.10.4
- [5] Kosieradzki J.: Elektryczne ogrzewanie podłogowe. Ekspert Budowlany 1/2009 Elektra – materiały promocyjne
- [6] Koczyk H.: Ogrzewanie praktyczne. Systherm D. Gazińska sp. j. Poznań 2009r.
- [7] Wiatr J.: Poradnik projektanta elektryka. Dom Wydawniczy Medium, Warszawa 2008
- [8] Recknagel H. i inni: Ogrzewnictwo, klimatyzacja, ciepła woda, chłodnictwo, Omni Scala, Wrocław 2008r.
- [9] Zalba B., Martin J., Cabeza L.: Review on thermal energy storage with phase change: materials, heat transfer analysis and applications. Applied Thermal Engineering vol. 3, 25/2003
- [10] Jastrzębski P., Saługa P.: Innowacyjne metody magazynowania ciepła. Zeszyty Naukowe Instytutu Gospodarki Surowcami Mineralnymi i Energią Polskiej Akademii Nauk, 105/2018
- [11] Sabinak H.G., Karpiński W.: Chłodnictwo w klimatyzacji. Politechnika łódzka. Łódź 2011